نشأة الحياة على الأرض

بكر محمد إبراهيم

الناشر

مركز الراية للنشر والاعلام

اسم الكتاب : نشأة الحياة على الأرض

بقلـــم : بكر محمد إبراهيم

الطبعة : الأولى ٢٠٠٥

الناشر : مركز الراية للنشر والإعلام

فكرة الكتاب : للناشر أحمد فكرى .

الاشراف والمتابعة : كريم أحمد فكرى .

رقم الإيداع : 4972/2005

الترقيم الدولى : 977.354.100.2

المقدمة

الحمد لله الذى خلق السموات والأرض وجعل الظلمات والنور .

وهو القائل سبحانه وتعالى :

﴿ وَالأَرْضَ بَعْدَ ذَلِكَ دَحَاهَا ﴿٣٠﴾ أَخْرَجَ مِنْهَا مَاءَهَا وَمَرْعَاهَا ﴿٣١﴾ وَالْجِبَالَ أَرْسَاهَا ﴿٣٢﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٣﴾ ﴾[النازعات]

والصلاة والسلام على رسوله الأمين وعلى آله وصحبه وأزواجه أمهات المؤمنين.

أشهد أن لا إله إلا الله ولى الصالحين رب السموات والأرضين.

وأشهد أن سيدنا محمداً عبده ورسوله سيد الخلق أجمعين.

وبعـــد ،،،

فهذا الكتاب نشأة الحياة على الأرض يتعرض لذكر شكل الأرض وطبيعتها والسحب والنجم القطبى والأرض فى الفضاء والمسالك المتشابكة والقمر القوى الثوابت والكسوف والخسوف والنيازك الغامضة والقذائف .

والحديث حول النشأة الأولى والكواكب ونيران باطن الأرض ودقات الأرض وتتبع آثار الزلازل والموت من الأرض القاسية والتنقيب إلى حيث السنار وتشريح السموات ودرع الهواء وظاهرة البرق وأشكال السحب والشبورة وأصابع الانقضاض من السماء .

وغير ذلك من أسرار الأرض وما فيها من عجائب الخلق ودلائل قدرة

الله تعالى فى أسرار القشرة الأرضية وأبحاث العلماء لاستجلاء أسرار الأرض وغير ذلك من المسائل والنظريات العلمية الشائعة .

نفع الله به والحمد لله الذى بنعمته تتم الصالحات .

المؤلف

بكر محمد إبراهيم

عضو اتحاد الكتاب

كوكب صغير
ولكنه غير عادى (١)

هذه رحلة إلى الأرض، تبدأ بعيدا من أعماق الكون الذى لا سبيل إلى قياسه، داخل احدى تجمعات المجرات المتزاحمة والمختلطة مع بعضها بعضا، بحيث تكون ما يسميه الفلكيون (مجموعة محلية) .

واحدى أعضاء هذه الأسرة الكونية، الذى يتكون من عدد لا يحصى من النجوم، يبدو على هيئة (عجلة كاترين) الرشيقة أو اللطيفة القد. ذلك هو الطريق اللبنى (أو طريق التبانة كما يسميه العرب أحيانا)، وبالنسبة إلى المجرات الأخرى لا يعدو كونه من الحجم المعتدل المتوسط .

ورغم ذلك فإن أبعاده يكاد لا يدركها العقل، إذ تبلغ المسافة من الحافة إلى الحافة عبر قرصه المضىء ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية[٢]، أما سمك بروزه المركزى، فيصل إلى ٢٥,٠٠٠ سنة ضوئية. والسنة الضوئية الواحدة هى المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة، بسرعته البالغة ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر فى الثانية الواحدة ، وهى تقارب نحو عشرة ملايين الملايين من الكيلو مترات .

وعلى مسافة نحو ثلثى الطريق اللبنى من مركز المجرة، حيث تقل كثافة النجوم، أو يقل عددها نسبيا، هناك يضى نجم عادى بلون مائل

---

(١) البداية والنهاية لابن كثير ج١ .

(٢) فى الأحاديث النبوية فى مسند الإمام أحمد أنه بين كل سماء والتى تليها ٥٠٠ سنة وسمك كل سماء ٥٠٠ سنة .

للصفار. ويتسع المجال حوله للحركة، لأن أقرب نجم يجاوره فى مجرة الطريق اللبنى يبعد عنه نحو ٤٠ مليون مليون كيلو متر.

وهى مسافة تربو على أربع سنوات ضوئية. ويقع النجم الذى يليه فى الجوار على بعد نحو سنتين ضوئيتين اضافيتين. وهذا النجم الوحيد المنفرد الذى يتأجج من على بعد كبير، فيبدو فى مثل وهن اليراعة، هو شمسنا.

ومن بين أفراد أسرته التابعين له من كواكب تلف وتدور بأمانة، وتوابع، وكويكبات، وشهب و نيازك، ومذنبات، هناك زوج غريب ليس له مثيل (الثالث من حيث البعد عن الشمس) يتكون من الأرض وقمرها .

ومثل الأرض مثل كوكب صغير يلازم نجما عاديا ، يوجد فى أطراف مجرة من بين آلاف ملايين المجرات. وعندما نقترب من الأرض بهذه الطريقة مقبلين من أصقاع مشارف الفضاء اللانهائى، يكون من اليسير جدا تجنب أو تخطى بقعة كهذه تحت مستوى الملاحظة .

باستثناء شئ واحد : من بين كل الأماكن، من الجائز أن تنشر تلك البقعة الحياة البشرية، وتمكنها من الأرتكاز عليها. والأرض هى ذلك المكان الوحيد الذى نعرفه على هذا النحو. وباطن الأرض، وقشرتها، وغلافها الجوى، ومناخها، وحتى سلوكها فى الفضاء، كل هذا بالإضافة إلى بعض السجايا الأخرى. وتكون فى مجموعها بيئة طيبة تزدهر فيها الحياة، وعلى الأخص الحياة العاقلة المفكرة. وإلى أن يثبت العكس، فإن الأرض هى أعجوبة الكون : فهى الكرة الوحيدة التى لها، لانهائية خاصة بها، إبتداء من عالم الذرة الصاخب، إلى العقل الذى لا حدود له ، وروح الإنسان ، ومع كل ذلك ربما تكون مميزة ، ولها دلالاتها الخاصة فى النظام الكونى للأشياء .

شكل الأرض :

وقبل أن يتوفر لدى الناس أى مفهوم حقيقى عن شكل أو حجم هذا الكوكب الذى عاشوا عليه – أما مفهومهم عن مكان هذا الكوكب المتواضع فى الكون، فقد كان أقل بكثير – كانوا يشعرون فى قرارة أنفسهم أن كل وادى أستوطنوه ، أو أى ميناء أمنوه، أو سهل توفر لهم فيه حيوان الصيد فسكنوه، هو بطريقة ما، مركز هذا النظام الكونى بأسره .

ففى اليونان القديمة كان المعتقد أن الآلهة تسكن جبلا متوسط القدر، هو جبل (الأولب)، على بعد ٢٤٠ كيلو متر من أثينا. وعلى الرغم من أن الصين احتلها البرابرة مرارا وتكرارا، فقد احتفظت دائما بهذا القلب الرفيع، وهو الشعب الوسط .

ومنذ بضع عشرات السنين، كانت دعابة بوسطون بأنها سرة الكون لا تؤخذ إلا على محمل الجد. ومن وراء كل هذه الآراء ، ومئات الآراء التى على شاكلتها نوع من المنطق، فبالطبع يعتبر أى شخص فى المركز بالنسبة إلى أفقه الدائرى.

وتعتبر أية دوله فى المركز بالنسبة إلى ما يجاورها، والكرة الأرضية تراها أعين الناس كأنها مركز السماوات المحيطة بها.

وقد مضى وقت طويل قبل أن يفكر أى انسان فى حجم هذا الكوكب بصفة جدية.

فارتفاع جبال القارات، وانخفاض خنادق المحيطات، كانت –ولاتزال– لها روعتها وعظمتها. على الرغم من أن البعد الرأسى الذى يفصل بين قمة

جبل إفرست وقاع خندق ماريانا، لا يزيد، فى الاتجاه الأفقى، على رحلة يوم مريحة الأقدام .

وعلى الرغم من أن الفلاسفة الأول استنتجوا ان الأرض كرة ، فلم يسبق أن استخدم أحد الهندسة فى حل مسألة البعد الكلى للأرض ، حتى نحو عام ٢٥٠ قبل الميلاد، عندما استخدمها الأغريقى السكندرى إراتوسثنيس .

ففى أسوان، احدى بلاد صعيد مصر التى تبعد نحو ٥٠٠٠ ستاديا (نحو ٨٠٠ كيلو متر) جنوبى الأسكندرية، كانت توجد بئر عميقة جافة، وعرف إراتوسثنيس أنه عند انتصاف النهار فى يوم المنقلب الصيفى (٢١ يونيو)، تسقط أشعة الشمس مباشرة على طول محور البئر فتضئ القاع.

كما عرف أنه فى الإسكندرية فى نفس ذلك اليوم لا تتعامد الشمس وقت الظهر، ولكن ترمى ظلا يمكن قياسه. ونظرا لأن الشمس كمصدر للضوء إنما تبعد عنا بعدا كافيا، وتكون أشعتها متوازية تقريبا فقد استخدم إراتوسثنيس حسابا هندسيا بسيطا ليبرهن على أن الفرق فى الزاوية بين أسوان والأسكندرية ، يبلغ نحو جزء من خمسين جزء من الدائرة .

وعلى ذلك فإن ٥٠٠٠ ستاديا عندما ضربت فى ٥٠ أعطت إراتوسثنيس أول تقريب سليم عرفه التاريخ لمحيط الأرض . وعندما تحول الستداياإلى كيلو مترات، يتضح لنا أنه حصل على قيمة تعادل ٤٠٢٦٠ كيلو متر لطول محيط الأرض. والقياس الحديث عند خط الاستواء هو ٤٠١٠٢ كيلو متر . أما قطر الأرض الذى حصل عليه فهو ١٢٨٨٢ كيلو متر، بينما التقدير الحديث لمتوسط قطرها هو ١٢٧٨٠ كيلو متر .

وما من شك أنه بمثل تلك القياسات الحسنة، كانت انجازات إراتوستثنيس لها روعتها، (وعلى أساسها ذهب عالم هندسى إغريقى آخر بعيدا، بحيث راح يحسب بعد القمر عن الأرض ، وتوصل كذلك إلى نتائج دقيقة دقة تثير العجب). وبطريقة ما أهملت فيما بعد القيمة السكندرية أو هى فقدت، حتى أنه عندما أقلع كولمبس بعد ذلك بنحو ١٧٠٠ سنة متجها نحو الغرب حول العالم ليصل إلى جزر الهند الغربية، كان مفهومه عن الأرض أصغر من ذلك بكثير.

وعلى الرغم مما تقوله الأساطير الشعبية ، فإن كولومبس كان يعرف -كما كان يعرف أى ربان بحرى فى ذلك الوقت- أن الأرض كرة، ولكن الذى لم يكن يعرفه هو حجم الأرض الحقيقى، كما لم تكن القيمة التقريبية التى حصل عليها إراتوستثنيس، قد استعيدت حتى عصر الملاحة حول الأرض فى القرن السادس عشر .

طبيعة الأرض :

واليوم شكرا للقياسات الدقيقة التى أخذت أثناء السنة العالمية لطبيعيات الأرض (١٩٥٧-١٩٥٨)، فقد أصبحت معلوماتنا عن أبعاد الأرض وفيرة تماما. وما من شك أن الناس كانوا منذ زمن طويل، قبل السنة العالمية لطبيعيات الأرض، على بينة من أن الأرض، رغم كونها كروية، ليست صادقة التكوير .

وحتى قبل إثبات هذه الحقيقة بالقياسات، تكهن بها إسحاق نيوتن من ناحية، على أساس أن سرعة منطقة الأرض الأستوائية التى تزيد على

١٦٠٠ كيلو متر فى الساعة، لابد أن تحدث قوة طاردة مركزية، ومن ناحية أخرى على دليل المشاهد من بروز خط الإستواء فى كل من المشترى وزحل.

وقد أيدت الدراسات على الطبيعة إبان القرن الثامن عشر تكهن نيوتن بهذا، فعند خط الاستواء، تكون الأرض أكثر سمكا بمقدار ٤٣ كيلو مترا بالنسبة لسمكها من القطب إلى القطب. وحتى القياسات الأكثر دقة، المعتمدة على تحركات القمر الصناعى الأمريكى - فانجارد ١ - الخاص بالنسبة العالمية لطبيعيات الأرض، دلت على أن البروز الأستوائى ليس متناسقا أو متماثلا تماما، وأن أعلى نقطة (التى يزيد إرتفاعها بنحو ثمانية أمتار) إنما تقع غير بعيد جنوبى الخط الإستوائى الأوسط للأرض .

ولقد قادت هذه التحسينات فى الرصد، بعض الكتاب إلى نبذ وصف شكل الأرض التقليدى «ككرة مفرطحة القطبين»، وأن يلتمسوا بدلا عنه، تلك التشبيهات التى على غرار (كمثرية الشكل)، وبالإضافة إلى ذلك فإن تسلط القياسات الرأسية بما يفوق تصور الإنسان يلوح أن له اثره.

ولو أن كل أبعاد كوكبنا تقلصت دفعة واحدة، بحيث نستطيع فحص كرة فى متناول اليد -قطرها مثلا نحو مترين- لما أستطاعت العين البشرية تمييز الفرق، على وجه التقريب نحو نصف سنتيمتر بين نصفى القطر القطبى والإستوائى .

وفى نفس الوقت، لا يبقى أثر لما تلاحظه العين رأسيا على الأرض. وأن طبقة رقيقة من الدهان أو الطلاء تكون أكثر سمكا عن متوسط ارتفاع القارات فوق سطح البحر ،

وأن مثقبا فى مثل حجم الدبوس سوف يسير أو يجس تلك القشرة الأرضية الصورية عبر عمق أكبر و أعظم عمق يطمع الإنسان فى الوصول إليه بتدبيراته وخططه .

ومن الجائز أن يحصل الناس قريبا على منظر مثل هذا المقياس المصغر لكوكبهم، عن طريق السفر فى المناطق القريبة من الفضاء. ولو حدث ذلك، فإن مجرد منظر الأرض وهى منكمشة (متقلصة) إلى مثل هذا الحجم .

قد يعوضنا عن أى خيبة أمل ناجمة عن تجاوز نعومة الكرة للحد. ومن الفضاء القريب، تقدم الأرض منظرا مكتمل الألوان دائم التغير. وسوف يعطى وجه الأرض الذى تضيئه الشمس منظرا يميل للزرقة بصفة عامة، بينما رفيقها فى الفضاء، وهو القمر، يعكس لونا أصفر .

وسوف يستخدم اللون فى التفرقة بين قارات الأرض ومحيطاتها: سوف تظهر القارات بلون أحمر بنى خافت، بينما تبدو المحيطات باللون الأزرق المخضر. وتميز ومضات الضوء التى تبهر البصر انعكاسات ضوء الشمس من الأسطح المائية .

وسوف يكون من اليسير تتبع الحادثات العظمى على الأرض . فالدورة السنوية للنبات تنعكس على هيئة تغيرات فى لون القارات.

وقد يكون من الممكن تتبع التقدم والتقهقر الموسمى للغطاء الجليدى فى خطوط العرض المرتفعة لنصف الكرة الشمالى .

السحب :

ومن الضرورى أن تكون السحب واضحة، وهى فى أغلب الأحيان منتظمة فى خطوط طويلة تفصل بينها ثغرات ظاهرة. وعن طريق أنسياب تلك السحب البيضاء عبر السطح، يستطيع الراصد أن يتتبع كلا من سريان الرياح التجارية نحو الغرب، وأنتقال أنماط الطقس العظمى نحو الشرق فى خطوط العرض العظمى للأرض.

وسوف تكون ملاحظة الظواهر الأخرى أكثر صعوبة. ولكن المنظار الفلكى الجيد يتيح فرصة مشاهدة أنوار المدن الكبرى أثناء الليل، على أية حال، كما أن جهاز الألتقاط الراديوى الحساس، يستطيع أن يظهر على الأقل أن جزءا من مجموعات الإشارات أو الاذاعات اللاسلكية التى يرسلها أهل الأرض، تخترق غطاء المناطق العليا من جو الأرض منطلقة إلى الفضاء.

وسوف تميز الأجهزة الأخرى -التى على غرار ما أظهره القمر الصناعى «المستكشف»- حزمة الإشعاع الواسعة التى تشبه الفطائر، والتى تضرب نطاقا حول الأرض. وفى أول الأمر كان الإعتقاد السائد أنها تتكون من حزامين أطلق عليهما أحزمة فان آلين، ولكن حدث بعد ذلك أن اطلق على المنطقة من جديد أسم الماجنيتوسفير، وهى ترتفع إلى سمك قدره نحو ٦٥٠٠٠ كيلو متر.

والسبب فى تكوينها هو مجال الأرض المغناطيسى، الذى يتصيد، ثم يحتبس الجسيمات المشحونة بالكهرباء المنطلقة من الشمس والمقبلة من الفضاء.

ومن نقطة تخيلية متميزة فى الفضاء، يستطيع الراصد أن يراقب كذلك الحركات المتباينة التى تقوم بها الأرض على الدوام. ومن أظهر تلك الحركات دوران الأرض يوميا حول محورها. وهذه الحركة هى المسئولة عن تعاقب النهار والليل اللذين يحدثان عندما يواجه كل مكان على الأرض الشمس أو لا يواجها على التوالى.

وأقل من هذه الحركة ظهورا دوران الأرض من حول الشمس مرة كل عام، عبر مسار طوله ٩٦٠٠ مليون كيلو متر، وتستغرق الأرض فى قطعه على وجه التحديد ٣٦٥,٢٥ يوما، وهذه الحركة هى المسئولة عن تعاقب الفصول . وليس المسار من حول الشمس دائرة صادقة ، ولكن على هيئة القطع الناقص (إهليلج) :

وتبعا لهذا المسار، يتغير متوسط بعد الأرض عن الشمس البلغ ١٤٦,٦ مليون كيلو متر، بمقدار ٤,٩٩١,٠٠٠ كيلو متر على مدار العام.

وعلى أية حال، ليس لما يحدث من تغير بين الشتاء والصيف أى شأن بهذا التعاقب فى الأقتراب والأبتعاد من الشمس، فإن المشاهد هو أنه خلال الشتاء بنصف الكرة الشمالى وصيف نصف الكرة الجنوبى، تكون الأرض أقرب ما يكون من الشمس .

وما من شك أن الذى يسبب تعاقب الفصول هو ميل محور الأرض . ففى أثناء سبح الأرض من حول الشمس خلال رحلتها السنوية، يشير القطب الشمالى نحو المنقلب الصيفى، أى فى نحو ٢٢ يونيو ، ولكنه يعود فيتجه بعيدا عن الشمس فى المنقلب الشتائى، أى فى نحو ٢٢ ديسمبر (زاوية الميل التى يشير لها القطب هى ١/٢ ٢٣ درجة بالنسبة إلى مستوى

فلك الأرض) . وبطبيعة الحال يعمل القطب الجنوبى العكس تماما. وهذا هو السر فى أن الفصول فى نصف الكرة الجنوبى تكون على عكس الفصول فى نصف الكرة الشمالى.

والعامل الذى يتحكم فى درجات الحرارة فى كل موسم على الأرض، هو زاوية سقوط أشعة الشمس على سطح الأرض، وليس المسافة التى تقطعها تلك الأشعة.

فحزمة الأشعة التى تسقط رأسيا على أى سطح، تعطى ضعف الطاقة التى على السنتيمتر المربع التى تعطيها حزمة الأشعة عندما تسقط بزاوية قدرها ٣٠ درجة . وفى كل من نصفى الكرة ، تقترب أشعة الشمس من حالة التساقط عموديا على السطح خلال فصل الصيف، بينما تبلغ أعظم ميل لها خلال فصل الشتاء .

وأقل وضوحا من مسار محور دوران الأرض، الحقيقة التى تقول إن مركز مسار الكرة الأرضية من حول الشمس الذى على هيئة القطع الناقص، ليس هو تماما مركز الأرض.

وعلة ذلك أنه فى اثناء سبحها من حول الشمس يكون تصرف الأرض والقمر كقرينين يلازم أحدهما الآخر بفعل الجاذبية على غرار مقبض الحديد المستعمل فى التمرينات الرياضية -الدمبلز- (الذى يتكون من كرة كبيرة فى أحد الطرفين، وأخرى صغيرة فى الطرف الآخر). والذى يرسم القطع الناقص من حول الشمس هو مركز كتلة هذا المقبض غير المتجانس .

وعلى الرغم من أن كتلة الأرض تزيد ٨٠ مرة على مقدار كتلة القمر، فإن مركز كتلة مجموعة الأرض والقمر إنما يقع على بعد نحو ٤٨٠٠ كيلو متر بعيدا عن مركز الأرض الحقيقى . ولهذا السبب عندما يدور القمر حول الأرض كل شهر، يرسم مركز الأرض منحنيا على هيئة حرف S ، بسعة تقرب من نحو ٩,٦٠٠ كيلو متر على طول المسار الذى من حول الشمس.

وثمة أنحرافات أخرى تعلو على مسار الأرض المتعرج، إلا أنها أصغر بكثير جدا على سابقتها وهى ناجمة كذلك عن قوة الجاذبية، وفى هذه الحالة، تنجم هذه الجاذبية عن الكواكب السيارة الأخرى. ومهما يكن من شئ، لا قيمة لهذه الأنحرافات تقريبا. لأنه على الرغم من أنه كل الكواكب السيارة أكبر كتلة من القمر -ومعظمها أكبر بكثير جدا- إلا أنها فى نفس الوقت أبعد عن الأرض بمسافات أكبر .

وكما أن حركة مسار الأرض من حول الشمس هى حركة متعرجة ، فكذلك حركة دورانها حول محورها ليست منتظمة تماما. ومرة أخرى نجد أن السبب الرئيسى فى عدم الأنتظام على هذا النحو يرجع إلى القمر، ويسبب جذبه لمحيطات الأرض ظاهرة المد والجزر، بينما ينجم عن وزن المد عدم توازن بسيط فى دوران الأرض حول محورها .

وفى نفس الوقت فإن تأثير جذب القمر على النتوء الإستوائى للأرض، عندما يمر القمر أولا إلى جنوب وثانيا إلى شمال خط الإستواء، يتسبب فى أن يترنح محور الأرض ترنح النحلة فى دورانها .

وقبل أن تتوفر لدى الإنسان بزمن طويل القياسات الدقيقة التى مكنة من ملاحظة بروز الأرض الأستوائى، كانت تلك الحركة قد لوحظت وتم

قياسها. وفى عام ١٣٠ قبل الميلاد، وجد الفلكى الإغريقى هبارخس بالحساب أن الشمس تكمل رحلتها السنوية من حول مجموعات نجوم البروج قبيل الربيع بقليل، بحيث تصل إلى نقطة الاعتدال الربيعى أبعد قليلا تجاه الشرق (بنحو ٥٠ ثانية قوسية) كل عام .

ولقد عرف هذا الفرق السنوى منذ ذلك الحين باسم ترنح الاعتدالين . وعلى الرغم من أن هذا الأسم ترنح هو أسم تقليدى، إلا أنه ليس من المعتاد إغفاله، برغم أن الحركة تبلغ من البطء الحد الذى يجعلها تستغرق ٢٥٨٠٠ سنة لكى يتم محور الأرض دورة كاملة. وفى أثناء تلك المدة يرسم كل من القطبين الشمالى والجنوبى قاعدة مخروط فى الفضاء -تلتقى نقطتا الإرتكاز أو رأس كل مخروط معا فى مركز الأرض- ويتغير نجم الشمال.

ومنذ نحو ٥٠٠٠ سنة مضت ، وجد الكهنة المصريون، الذين كانوا يشتغلون بالفلك، أن النجم الذى يقع أقرب ما يكون إلى الشمال هو ألفا التنين، وليس النجم فى ذيل الدب الأصغر (النجم القطبى وألفا يورسا مينورس) الذى يستخدم اليوم على أنه نجم الشمال. وفى الوقت الحاضر تعمل الحركة المحورية ببطء على أن تقترب إشارة قطب الأرض الشمالى أكثر و أكثر من النجم القطبى.

ولكن فى ٢١٠٠ ميلادية ، سوف يبدأ القطب فى الإنحراف عن الدب الأصغر، حتى يصبح نجم الشمال الجديد فى عام ١٤٠٠٠ ميلادية هو النسر الواقع .

ولو أن بحارة عبروا بحار الأرض بعد مضى ١٢ ألف سنة من الآن، لكان لهم عذرهم لرضائهم بظاهرة ترنح الاعتدالين ، لأن النسر الواقع هو

ألمع نجم فى السماء الشمالية ولكن فى عام ٢٨٠٠٠ ميلادية عندما يتم عمل دورة أخرى من ترنح الاعتدالين ، يأخذ النجم القطبى دورة من جديد ليصبح نجم الشمال .

وتلعب قوى جذب الشمس كذلك دورة فى الترنح، وتتحد الشمس والقمر معا لإحداث حركة هى (سادس) حركة الأرض فنظرا لأن تلك الأجرام الكبرى تغير أوضاعها على الدوام بالنسبة إلى الأرض، فإن القوى التى تستخدمها لكى تحدث الترنح ليست ثابتة على الإطلاق وتكون النتيجة نودان أو تمايل بسيط لمحور الأرض يسمى (الميسان) المركب على حركة الترنح البسيطة .

وهذه الحركة التمايلية أسرع، إلا أنها أقل قيمة وقدرا من الترنح كل ١٨,٦ سنة -التى هى طول الدورة الكاملة لحركات القمر ذاته- يكمل محور للأرض ذبذبة من ذبذبات (الميثان) قوامها ٩,٢ ثانية قوسية . أى نحو جزء من ٤٠٠ جزء من الدرجة .

ومثل هذا التتابع من الترنح، والميثان، والذبذبات، واللف، يتضمن يتتضمن ما يمكن ان تعتبر حركات كافية تماما لأى جرم، ومع ذلك فإن الأرض كعضو فى المجموعة الشمسية تسهم فى حركتين اضافيتين كذلك ففى الحركة الصغرى منها نجدها تتبع الشمس فى رحلتها وهى تجرى بسرعة ١٩,٣٢ كيلو متر فى الثانية، ضمن رحلة النجم الذاتية عبر سحابة نجومنا المحلية فى الأتجاه العام لكوكبة الجاثى .

أما فى الحركة الأكبر، فإن الأرض تتبع الشمس، فى رحلتها العظمى -اكتساحة كبرى (حولية) من حول قلب الطريق اللبنى تستغرق من أجل

إتمامها ٢٠٠ مليون سنة-، وهى تبدو ظاهريا كأنها حركة فى خط مستقيم، بمعدل قدره ٢٤٠ كيلو متر فى الثانية الواحدة تجاه كوكبة الدجاجة أو صليب الشمال .

وعلى الرغم من أن العلماء يستطيعون حساب زمن ومسافات مثل تلك الرحلات الكونية، إلا أنهم يجدون صعوبة فى التعبير عن حسابتهم هذه بألفاظ يمكن فهمها فى ظل المقاييس والأبعاد الأرضية . فمن بين الحركات الأخرى التى تسهم فيها الأرض، حركة الطريق اللبنى بالنسبة إلى آلاف أخواته من المجرات التى ترصع هذا الكون ، وحتى الآن ثمة عبارة معقولة للتعبير عنها. فإن «مجرتنا التى نسكنها» تتحرك ولا شك، ولكن لا يعرف أحد على وجه التحديد إلى أين تتجه ، وما هى سرعة تحركها .

وهناك مهمة أخرى يمكن أن تضطلع بها النقطة المميزة فى الفضاء القريب، وتلك أن تحمل الطبيعة غير العادية لتأثيرات جار الأرض، أو القمر، إلى موطنها. وبعض توابع الكواكب الخارجية الغازية العظمى الداخلة ضمن النظام الشمسى، تناظر قمرنا حجما أو تزيد عليه – قمر المشترى جانيميد ثلاثة أضعاف قمر الأرض –

ولكن لا يوجد أى عضو آخر فى كل المجموعة أو العائلة الشمسية ، له رفيق كبير بالنسبة إليه (لذلك العضو) مثل الأرض، ويعتبر بعده عن الأرض مجرد قفزة ضفدعة. وعلى المستوى الكونى، وعندما يصل القمر أكبر بعد له عن الأرض فإن مركزه يبعد عن عن مركز الأرض بمسافة لا تزيد على ٤٠٠ ألف كيلو متر. على أن للقمر قطرا يزيد على ربع قطر الأرض ، وأكثر من ثلثى طول قطر عطارد .

ومما من شك أن الفكر الحديث الخاص بتكوين المجموعة الشمسية يعتبر القمر كوكبا حقيقيا، وهو إما أن يكون نشئ كتوأم قريب من نفس مادة الكون الخام التى تكونت منها الأرض وإما أنه قد تكون فى مكان ما داخل نفس المنطقة العامة، ثم أمسكته الأرض فيما بعد لتكون المجموعة المزدوجة الحالية .

ومن المتعذر أن ندرس تاريخ الأرض ككوكب من غير النظر فيما يتسنى معرفته من دراسة القمر: فهذا التوأم الأصغر يدور من حول الأرض فى مسار على هيئة القطع الناقص مرة كل٣/١ ٢٧ يوم، وخلال كل دورة يلف كذلك حول محوره مرة كاملة تماما، بحيث لا يمكن لأهل الأرض أن يروا (ظهر القمر).

وفى الواقع، لا يقتصر الأمر على مجرد ميل محور القمر بحيث نلمح على التوالى كلا من منطقتى قطبه الشمالى وقطبه الجنوبى، بل إن شكله وحركته معا غير منتظمين إلى الحد الذى يكفى لجعله يترنح ويتمايل -تسمى هذه الظاهرة نودان القمر- بحيث يستطيع الراصد من على الأرض أن يصور ٥٩٪ من سطح القمر الكلى .

وبينما يتألق وجه القمر المتجه إلى الأرض عندما تضيئه الشمس خلال اليوم القمرى، إذا به يضاء بإعتام وخفوت خلال اليوم القمرى بوساطة ضوء الشمس المنعكس من الأرض.

ومن الموضوعات المثالية سواء التصوير، أو للرصد بالنظر، إتمام تصوير سطح القمر المرئى بالتفصيل. وتسطيع المناظير الفلكية الجيدة أن تظهر الأجسام الصغيرة التى يصل طولها حدود ١٥٠٠ متر -وعلى الأخص فى السنين الأخيرة- بعد تدقيق النظر وتمعين المستفيضين.

ولقد أظهرت الصور الفوتوغرافية وجه القمر البعيد، وأرسلت ألى الأرض بالراديو، عن طريق الصاروخ الروسى لونيك، فاتظح أنه يشبه تماما وجه القمر القريب.

وإن منظر القمر الطبيعى الخالى من الهواء والماء، إنما يتميز إلى حد بعيد بسهوله الواسعة المظلمة (كانت تُظن بحاراً، ومن ثم أطلق الفلكيون الأول عليها اسم البحار). كما تميز بقمم جباله المتشققة التى تبز أو تضاهى جبال الأرض، وبآلاف الفوهات أو الشفاه (البركانية) الملفتة للنظر، التى تمتد عبر نحو ٢٩٠ كيلو متر .

وفى غياب غلاف جوى له قيمته بدورته المائية التى تلازمه ، فإن القمر لا يعرف نوع التعرية الذى يدأب بصفة مستمرة على تنعيم أو تعبيد سطح الأرض. فمعالمه ومرتفعاته ذات الأطراف المدببة لا تعرف الصقل والتنعيم.

ولكن مايحدث من حين إلى آخر من آثار النيازك، والتجاعيد الموحشة، بسبب دواعى التمدد والتقلص تحت تأثير حرارة النهار البالغة نقطة الغليان -نحو ٩٣ درجة ستيجراد- وما يعقبه من زمهرير الليل حيث قد تهبط درجة الحرارة إلى ١٨٥ درجة سنتيجراد تحت الصفر .

ولكن ماذا تقول لنا مناظر سطح القمر الطبيعية عن الأرض ؟ لقد كان المعتقد أن الصفوف المتراصة من الفوهات التى على القمر ، إنما تمثل تتابعا طويل المدى من الثورات البركانية العنيفة، على النحو الذى كثيرا ما عرفته الأرض .

ولكن يعتقد الآن معظم الطلاب أن تلك البؤرات أو الفتحات السطحية إنما نجمت عن إرتطامات نيازك قديمة. وبتتبع هذا الرأى فى السنين

الأخيرة على الأرض، أمكن ملاحظة الآثار التى كادت تختفى، والتى نجمت عن أرتطامات جبارة مشابهة فى الأرض .

ولكن معرفتنا بالقمر تثير أسئلة أخرى غير ما يتعلق بمنظر سطحه الطبيعى. فنحن نعلم عن طريق تلك الأرصاد التى زودتنا بقيم أبعاده وكتلته، أن كثافة القمر تقل عن كثافة الأرض بمقدار الثلث مكتملا.

فلو أن هذين الجرمين تكونا فى الأصل من نفس المادة، فما الى يفسر لنل هذا الإختلاف ؟ ونظرا لأننا نستطيع أن نختبر، وأن نزن المكونات المختلفة لتربة الأرض، فإننا نعلم أن كثافة الجزء الداخلى لكوكبنا لابد أن تكون أعظم بكثير من كثافة مادة سطحه، حتى يصبح الوزن الكلى للكثافة مطابقا للواقع .

ولكن حتى الآن لا يعرف أحد وزن تراب القمر أو وزن صخوره، أو كيف توزع الكثافات فى داخل القمر. ومن تتبع خطوات برامج استكشاف القمر، يبدو أنه من المحتمل، حتى قبل وجود مستكشفين من البشر على القمر، أن تتوفر التقارير الأولية التى يمكن دراستها وتمحيصها، وربما عينات فعلية من مادة القمر لتحليلها على الأرض .

وفى أثناء ذلك سوف يتم التعرف على حقائق أخرى تتصل بطبيعة المادة غير الأرضية أو الغريبة عن الأرض، ومن ثم تتوفر المعلومات الخاصة بتاريخ كوكبنا .

وكان المعتقد إلى عهد قريب أن للومضات القصيرة من الضوء التى تشاهد فى السماء أثناء الليل ، تلك التى نعرفها بإسم الشهب ، علاقة بجو

الأرض وبالطقس بصفة عامة (شهاب يعنى ميتيور وأصلها الإغريقى يعنى عالى فى الهواء). ولهذا الإعتقاد منطقه، إلا أنه كان يقوم على الفرض الخاطيء القائل بأن حزمة أو مجموعة من الشرارات التى تختلط بالجو، كما هو ظاهر وواضح، تنتج ما يعرف بإسم الصواعق .

وفى واقع الأمر إن هى إلا أحجار منفرده، أو فى أغلب الأحايين، آلات الإنسان البدائى الفجة من حجر الصوان المهمل . وكذلك فإن ومضات الشهب قد تصحبها أصوات رعدية، مع تساقط شظايا من الحجارة أو الحديد لا سبيل إلى تمييزها أو ملاحظتها.

وعلى الرغم من أن هذه الظواهر تحدث بقلة وندرة بالنسبة إلى العواصف الكهربائية، فقد كان من الصعب إنكار التماثل الظاهر فى ومضات الضوء، وفى الضوضاء التى تصاحب الحالتين وما يتبعهما من مواد. ولا تستتبع كل رخات الشهب ، كرات سماوية أو حجارة كبيرة -كما تسمى النيازك التى يصاحبها الضجيج و الصخب وهى تتفتت ألى شظايا- ولكن مع ذلك لا يصاحب الرعد كل حالات البرق .

وحتى بمفهومنا الحديث ، فما زالت مادة الشهب تتضمن لغة معقدة . ويقوم المتخصصون بوضع تفرقة فاصلة بين الشهب والنيازك (قطع المادة غير المحدودة)، بصرف النظر عن الحجم أو التركيب، التى تهيم فى الفضاء، فالشهب هى ومضات الضوء المرئية التى يحدث كل منها شهابا عندما يسخن إلى درجة التوهج بسبب مروره خلال غلاف الأرض الجوى.

وأخيرا فإن النيازك هى القطع الملموسة المتدرجة من حجم الغبار إلى حجوم لها وزنها ، والتى تتبقى بعد مرورها خلال المسار الملتهب لتصل إلى

الأرض. وهذه الأخيرة هى العينات الوحيدة لمادة من خارج الأرض يمكن أن يدرسها الإنسان، ريثما تتم رحلات استكشاف القمر والكواكب. وعلى ذلك، فإن النيازك تحتل مكانا رفيعا لطلبة الأرض، كما هى الحال بالنسبة للفلكيين .

وللنيازك ثلاثة أقسام عامة : الحدائد، وهى مكونة من ٩٨٪ أو أكثر من الحديد والنيكل. والحدائد الحجرية، نصفها مكون تقريبا من الحديد والنيكل، والنصف الآخر من نوع من الصخر يعرف باسم (الأوليفين)، والقسم الثالث يشمل الحجارة. وتقسم الحجارة بدورها إلى أنواع تتوقف على إذا ما كانت تتضمن أجساما دقيقة (أو كندرولات) من المعدن، والأوليفين والبيروكسين والحجارة التى تحتويها -أكثر من ٩٠٪ من كل الحجارة النيزكية- تسمى الكندريت، ويعرف العدد القليل من الحجارة التى تنقصها هذه المعادن باسم لاكندريت.

وتمد كل هذه الأنواع وتزود أولئك الذين يحاولون إعادة بناء تاريخ الأرض بفاهيم قيمة، وذلك لأن النيازك ليست مجرد أعضاء ضمن النظام الشمسى، بل إن تقدير الزمن بإستخدام النشلط الإشعاعى يدل على إنها فى نفس عمر الأرض ذاتها .

وبصرف النظر عن بعض الرخات القليلة الملفتة للنظر التى، استصحبت معها حدائد يصل وزنها قرابة ٢٧ طنا أو أكثر هوت فى عنف إلى الأرض، فإن مقادير عظيمة من غبار الشهب يتساقط من السموات بصفة مستمرة. وتدل تقديرات ما يتراكم منها خلال العام على أنه يتراوح من بضعة آلاف إلى بضعة ملايين من الأطنان .

ويتكون هذا الغبار من جسيمات يتراوح عرضها من نحو جزء من خمسة آلاف جزء، إلى جزء من خمسين جزء من السنتيمتر. ولقد تم العثور على غبار الشهب فى كافة أرجاء الأرض، وقد يمكن استخراجه مغناطيسيا من ماء المطر المجموع بطريقة عشوائية . بل إنه توجد هناك نظرية مقنعة لها وجاهتها، تربط بين التغييرات العالمية فى كميات المطر الكلى والتغيرات الطارئة على وصول غبار الشهب وإقباله على الأرض .

ولسوء الحظ لا تزودنا النيازك إلا بمعلومات قليلة عن النيازك التى يعتقد أنها أنجبتها. فمثلا العديد من رخات الشهب إنما تحدث فى المجارى والمسارات التى لها كيان وجود (وهى تسمى تبعا للكوكبة أو مجموعة النجوم التى تظهر أنها تنبثق منها، مثل برشاوش فى أوائل أغسطس، والجبار فى أواخر أكتوبر).

والمعروف أن بعض هذه المسارات هى نفسها نفس مسارات المذنبات السابقة -أجسام خارجة إذ أنها فى الغالب الأعظم سكان المجموعة الشمسية خروجا أو بعدا عن الشمس . ومن الجائز إذا أن تفترض أن كل رخات الشهب المتوالية، إنما تمثل الأتربة التى تخلفت ضمن حطام المذنبات الماضية أو الحاضرة .

ولكن مادة المذنبات لا تأثير لها إلى حد بعيد. ومن المشكوك فيه أن «مخلفات المذنبات» تصل إلى سطح الأرض وهى فى مثل صلابة النيازك. وعوضا عن ذلك، فإن الذى يمد عالم الأرض بمادة تهمه بصفة خاصة، وهو تساقط النيازك المتفرقة. وتقول إحدى النظريات المألوفة إن تلك القطع هى حطام ما تبقى من تحلل جسم أو أكثر من جسم شبيه بالكواكب.

وربما كانت فى البداية من أبرز أعضاء العائلة الشمسية. فحزام الكويكبات، الذى يقع بصفة عامة بين مدارى المريخ والمشترى ، كان يمكن أن يغدو مصدرا لا ينضب لمثل تلك القطع. وتحتوى النيازك الحجرية على بعض المعادن التى تشبه تلك التى فى قشرة الأرض. والتركيب البللورى الذى يتبدى فى حديد النيازك، كان يمكن بدوره أن يتكون خلال التبريد البطئ للمعدن المنصهر تحت ضغط عظيم، وهو وضع يمكن تصوره على أبسط الحالات فى الوسط الداخلى للكوكب.

وأخيرا فإن الحديد الصخرى يمكن أن يلائم المواصفات النظرية الخاصة بطبقة احدى الكواكب، المكون نصفها من المعدن والنصف الآخر من الصخر، وتقع بين لب الكوكب وقشرته.

وتمنحنا النيارك التى تساقطت ولاتزال تتساقط على الأرض - والتى أصابت القمر فى الماضى بما على سطحه من بثور- وتهبنا الأمال الخاصة بتركيب تلك الأجزاء الداخلية لكوكبنا، والتى تقع على الدوام بمنأى عن متناول أيدينا ، كما تمدنا بفاتيح أصل الأرض .

الأرض فى الفضاء :

إننا نعيش فى خداع بصر سماوى. فكل الصور والمظاهر، إنما تشير إلى أن أرضنا تتعلق جامدة فى السماء إلى حد كبير، على النحو الذى تصفه أو توحى به الصور الملونة أعلاه، بينما يدور باقى الكون ويلف من حولها. ومع ذلك، لدينا من الأدلة العلمية التى لا تمارى، ما ينبئنا بأن ذلك ليس حقيقيا. فعالمنا يدور مسرعا فى الفضاء، ساحبا معه القمر . وعلى

الصفحات الآتية ، نتبين حركاته المعقدة، وبعض ما ينجم عنها، ويترتب عليها.

مسالك متشابكة فى الفضاء :

فصلت حركات الأرض الثمانى الممثلة على هذه الصفحات بعضها بعضا بغية زيادة الوضوح، ولكها تتم فى الفضاء فى آن واحد ، بحيث تترتب كل حركة على الأخرى، وتنطلق الأرض عبر مسارات معقدة إلى أقصى حد.

ويتم حدوث هذه الحركات المتداخلة بسرعة عجيبة. فنقطة على خط الإستواء للأرض، تدور مع الأرض بمعدل ١٦٨٠٠ كيلو متر فى الساعة، وتسبح الأرض من حول الشمس بمعدل ١٧٧٠ كيلو متر فى الدقيقة وتجرى الشمس عبر المجرة بسرعة ٢٤٠ كيلو متر فى الثانية .

والذى يؤثر على الجنس البشرى من بين هذه الحركات، حركتان فقط فدوران الأرض يولد تتابع الليل والنهار، وسبحها من حول الشمس خلال مدة تزيد قليلا على ٣٦٥ يوما، هو أساس تقويمنا، وعلة الفصول ولو بصفة غير مباشرة.

ومن بين أخطر المكتشفات التى لم تكن متوقعة تماما فى مجال الأرض فى الفضاء ذلك الأكتشاف الذى أذهل دنيا العلوم عام ١٩٥٨، عندما أعلن الدكتور جيمس فان آلين، رئيس جماعة البحث العلمى فى الولايات المتحدة الأمريكية، أن الأقمار الصناعية الأمريكية المستكشف والرائد، قد عثرت على حزمتين عظيمتين من الإشعاع المحتبس على إرتفاعات شاهقة فوق السطح، داخل مجال الأرض المغنطيسى .

ولقد أطلق عليهما فى أول الأمر اسم أحزمة فان آلين الإشعاعية ، تبعا لمكتشفها. ولكن أرصاد الأقمار الحديثة برهنت على عدم وجود حزامين متميزيين، بل يوجد حزام كبير، يبدأ من على إرتفاع نحو ١٠,٠٠٠ كيلو متر لكى يتوقف فجأة تقريبا على إرتفاع ٦٥,٠٠٠ كيلو متر عبر الفضاء الكونى. وتسمى هذه الحزمة الوحيدة التى عليها الفطائر باسم الماجينتوسفير.

وعلى ذلك، فإن الرحلات التى تتوقف عبر الماجنيتوسفير يمكن أن تقتل الإنسان . وكل مسارات الفضاء التى سلكها الملاحون الكونيون الأول كانت تحت الإشعاع . وعلى أية حال ، فإن التحليقات الصاروخية السريعة خلال تلك الحزمة إلى القمر أو الكواكب ، يمكن أن تتم بسلام .

القمر القوى المتقلب :

لا يعطى القمر نورا من عنده (ذاتيا)، لكن يعكس ضوء الشمس ووميضها. وهو فى أثناء تحركه فى فلكه من حول الأرض، يعرض لنا جانبا واحدا فقط، وللقمر عدة أوجه، فيكون هلالا، أى فى الربع الأول ، فقمرا محدبا -أى ثلاث أرباع- وأخيرا يصل إلى بهائه ورونقه الكامل عندما يكتمل بدرا.

وبالنسبة للأقدمين، بدا القمر المتغير كأنما كائن حى ، ينمو حجمه ، ثم يتضائل ويتناقص، ثم يموت. ولهذا رأوا أنه من المعقول أو المقبول أن تزايده وتناقصه يمكن أن يؤثر على الكائنات الحية على الأرض. وكلما تزايد القمر، كانوا يبذرون البذور فى الأرض لكى تنمو قوية، وكانت الأشجار تقطع خلال تناقص القمر، عندما يبلغ نهاية ضعفه .

ولقد تبددت مثل تلك التأثيرات القمرية كلها الآن، وأعتبرت من الخرافات ، ولكن بقى للقمر تأثيره الفعلى القوى على الأرض. وعلى الرغم من أن قطره يبلغ ٣٤٧٨ كيلو متر فقط ، كما تبلغ كتلته جزءا من ثمانين حزء من كتلة الأرض، فإنه يبلغ من القرب – نحو ٣٨٥٠٠٠ كيلو متر– درجة تجعل قوى جذبه ذات أثر عظيم، فالمحيطات نرتفع لتكون المد، وحتى القشرة اليابسة لا تخلو من التأثيرات، فقارة أمريكا الشمالية قد ترتفع بمقدار خمسة عشر سنتيمتر عندما يتوسط القمر سمائها .

الكسوف والخسوف : ظلال فى السماء

ربما اعتبر الكسوف والخسوف اكثر الظواهر الطبيعية كلها إثارة للخوف . فعندما يحدث الكسوف والخسوف ، يضعف أو ينعدم فجأة ضوء الشمس أو القمر الذى نعتمد عليه فى الأرض، فيترك ما عليها من مخلوقات فى مشقة وسط حالة من الإظلام لم يألفوها.

وكما يتضح من الأشكال التى فى أسفل، يحدث كسوف الشمس عندما يمر القمر مباشرة بين الشمس والأرض، بينما خسوف القمر يحدث عندما يدخل القمر فى ظل الأرض. وليست هذه التنظيمات أو التشكيلات فى الفضاء نادرة بالمعنى الصحيح. ففى كل سنة، يحدث على الأقل كسوفان للشمس، وقد يزداد عددها إلى خمسة، ولو أن أغلبها كسوف جزئى، لا يغطى فيه أى جزء من الشمس. أما خسوف القمر، فهو يحذث كذلك بنفس المعدل، ويمكن مشاهدته من فوق مساحات أوسع، على الرغم من أن بعض حالات الخسوف تبلغ من الوهن والضعف الحد الذى يجعلها لا تلاحظ إلا بوساطة الأجهزة والمعدات .

وعندما يبدأ كسوف شمسى، على غرار ما يرى على الصفحة المقابلة، يظهر جزء مظلم على الحافة الغربية للشمس، وسريعا ما يزيد القمر هذا الجزء المظلم اتساعا داخل قرص الشمس. وعندما يتناقص وجه الشمس، يغطى المنظر الطبيعى على الأرض ضوء غسق عجيب. إلا أن ذروة الإظلام قلما تستغرق اكثر من تسع دقائق.

صورة طبيعية للقمر الكئيب :

من خلال اكبر تلسكوب على الأرض، عاكسة القوى حوالى مترين، والمقام فى مونت بالومار بكاليفورنيا، يبدو سطح القمر على بعد ٣٢٠ كيلو متر. ومن خلال مثل هذه المسافة، يمكن رؤية الأشياء التى لا تجاوز أبنية مدينة متلاصقة. وفى المشهد التلسكوبى، فإن أكثر سمات سطح القمر إثارة يتمثل فى فوهاته البركانية.

وقد أمكن تسجيل أكثر من ٣٠,٠٠٠ فوهة بركانية، يتراوح قطرها ما بين كيلو متر ونصف، و٣٠٠ كيلو متر تقريبا. ويظن بعض العلماء أنها بركانية وقد قدم أحد الفلكيين الروس تقريرا ضمنه أنه شاهد تفاعلات بركانية ، فى الفوهة البركانية المسماه ألفونس (الصورة المقابلة). بينما تعزو نظرية أكثر قبولا، الفوهات البركانية الكبيرة، إلى وابل النيازك الضخمة المتساقطة منذ أكثر من أربعة آلاف مليون سنة.

المصور الجغرافى «أطلس» الجديد لوجهى القمر

عندما راح الفلكيون يمعنون النظر بالعين المجردة، ويقارنون ما يرونه، خلال المناظير الفلكية التى اطرد تحسينها، ويدرسون الصور المخططة

والمتعرجة التى تلتقطها آلات التصوير التلفيزيونى التى تحملها الصواريخ، استطاعو ان يجمعوا وأن يصنفوا مصورا جغرافيا للقمر. وعلى الرغم من أن وجه القمر يواجه القمر دائما بحانب واحد، فإنه يمكننا أن نرى أكثر من نصف سطح القمر، بسبب نودان القمر وتمايله قليلا، بحيث يسمح باستراق بعض لمحات لجزء من جانبه البعيد.

ومنذ زمن طويل، تمت تسمية معالم وجه القمر القريب التى أمكن تمييزها، واستخدمت فى سبيل ذلك بصفة عامة -ألفاظ لاتينية تقليدية، أو اسماء بعض العلماء أو الفلاسفة المشهورين.

ولقد تم الكشف عن معظم معالم باقى القمر بصورة فوتوغرافية، التقتطها سفينة فضاء سوفيتية قمرية، وبذلك تم إضافة عدة اسماء جديدة إلى خريطة القمر، بعضها مستمد من أحدث الأصداء السياسية .

النيازك الغامضة :

ربما يجلب أول رجل من رواد الفضاء معه صخورا وأتربة من القمر، تعتبر النيازك عينات مادة الفضاء الوحيدة التى فى متناول اليد على الأرض. وربما كانت النيازك أجزاء كوكب أنفجر منذ زمن طويل، على الرغم من أن بعضها قد يكون «كويكبات» تبقت من سحب الغبار الكونى، التى نمت منها مجموعتنا الشمسية .

ومعظم الأجزاء التى وقعت تحت طائل جذب الأرض، وتساقطت عبر غلافها الجوى، كانت من الحجارة. وعلى أية حال، فإن أكبر النيازك، التى على غرار النيزك المبين فى أسفل، من المعدن، ويتكون أغلبها من سبائك

النيكل والحديد الثقيلة. ولقد قدر وزن أكبر نيزك على الإطلاق تم إكتشافه بنحو ٦٢ طنا.

وفى كل عام، تتساقط ثمانية نيازك، من بينهما فقط اثنان لهما حجم يعتد به، وذلك على مسافة فى مثل مساحة الولايات المتحدة، ولكن هناك مطرا ثابتا من التراب الكونى، يترسب على السطح بمعدل ربما يصل إلى مليون طن فى السنة .

قذائف من الفضاء الخارجى :

يسقط على الأرض عدد قليل من النيازك الكبيرة، لأن معظمها إما أن يحترق فى غلاف الأرض الجوى، وإما أن ينفجر فلا يصل الأرض إلا على هيئة غبار دقيق.

ومن حسن حظنا أن يكون أمرها على هذا النحو، لأنه عندما يبقى النيزك الكبير على حاله خلال إشتعاله فى الجو، ثم يصطدم بالأرض، فقد يحدث أضرارا بليغة. فقد حدث أن سقط نيزك جبار فى صحراء الأريزونا فى زمن ما قبل التاريخ، فحفر فوهة بلغ عرضها نحو ١٣٠٠ متر، كما بلغ عمقها نحو ٢٠٠ متر (إلى أسفل).

وثمة جائحة أخرى، من السماء أكثر عجبا حدثت فى سيبيريا عام ١٩٠٨ ، حيث دهم الأنفجار، وحطم الغابات المجاورة إلى مسافة ٦٥ كيلو متر (الشكل المقابل). ولقد ظل الناس زمنا طويلا يعتقدون أنه كان انفجارا نيزكيا، إلا أن العلماء السوفييت يعتقدون الآن أنه مذنبا - كتلة من الغازات المتجمدة - ذلك الذى أصطدم بالأرض .

خيمت السحب

حول النشأة الأولى

بينما تكون المعلومات الخاصة بحجم الأرض وكتلتها قديمة قدم هندسة الأغريق، وحديثة حداثة صواريخ كارنيفال، يوصم فهم الإنسان لأصل الأرض -وتركيبها الدقيق- بل ويعاب عليه عدم دقته وإحكامه . «فى البدء ... كانت الأرض خربة وخالية»، هكذا يقول سفر التكوين فى حسن تعبير محتمل، ولكن متى كان الابتداء ؟ ليس كان من المحتمل معرفته حتى إذا كان على البابا «جيمس أشر» أن يقرر الأمر مرة أخرى، فإنه يعمد إلى جعل تاريخ بدء النشوء اليوم مثل ما ذهب إليه من مغالطة (أو حداثة) عام ١٦٥٠، عندما حدده بدقة فى تمام الساعة التاسعة من صباح يوم الأحد ٢٣ أكتوبر عام ٤٠٠٤ قبل الميلاد .

وقد حدث أن دون ذلك التاريخ كملاحظة فى الهامش على رواية الأنجيل للملك جيمس، كان لها أحترامها وتبجيلها مدى ثلاثة قرون تقريبا، ولم يكن من المستطاع استئصالها بحال، كأساس دعائم علم التواريخ.

ومع ذلك فليس عمر الأرض سرمديا دون ريب. فلو أنها كانت لا نهائية فى القدم ، لتم تحلل العناصر ذات النشاط الإشعاعى، والتى لا تزال فى قشرتها منذ زمن طويل، وتحولها إلى عناصر مختلفة عديمة النشاط الإشعاعى، والتى لا تزال فى قشرتها منذ زمن طويل، وتحولها إلى عناصر مختلفة عديمة النشاط الإشعاعى، وحتى العناصر التى تستخلص من صخور القارات والتى تلفظها البراكين.

كان يمكن أن تحيل المحيطات إلى سليقة لزجة أكثر ملوحة من البحر الميت. والأرض ولا شك قديمة[1] – يتفق معظم علماء الجيولوجيا اليوم على أن عمرها أكثر نحو ٤,٥ ألف مليون سنة – لكن فى يوم من الأيام لم تكن هناك أرض، وظروف مولدها تقدم أروع لغز واجه، وما زال، يواجه العلم .

ولم يكن هناك نقص فى الحلول التى حاول العلماء الاهتداء إليها بكل شجاعة وبسالة ، ولقد صورت بعض الأساطير القديمة الأرض الناشئة على هيئة جرم ساخن من السائل.

وفى عام ١٦٤٤، رأى الفيلسوف ديكارت أصل الأرض كجسم ملتهب على غرار الشمس .

وفى القرن الثامن عشر، ظن «عمانويل كانت» و «ماركيز دولابلاس» أن الأرض تكثفت عن سديم غازى كان يحيط بالشمس. ولقد وصفت فروض أخرى متنوعة –لا تلقى ما يدافع عنها الآن–

الأرض كطفل الشمس، إما انفصلت عنها بعنف نتيجة انفجار ما داخلى، وإما قد تمزقت وانتزعت بفعل التصادم، أو ما يقارب التصادم، مع نجم ما، كان ينساب فى طريقه على كثب من الشمس. وبطبيعة الحال يتصل موضوع نشوء الأرض بأسره، ذلك الموضوع الشائك، بالأسئلة الكبرى المتعلقة بأصل المجموعة الشمسية وبالنجوم بصفة عامة، ثم بالمجرات وبالكون بأسره .

---

(١) بمعنى أن عمرها طويل جداً .

وعلى أية حال، فإنه بالنسبة إلى السؤال الأول، -نشوء المجموعة الشمسية- فقد أشار عالم فلكى أمريكى معاصر هو جيرارد ب . كبير، إلى أن كل النظريات الممكنة تتضمن بعض الفروض التى لا سبيل إلى التأكد من صحتها بمعرفة البشر. ويقول كبير فى هذا المعنى : «ليس من المسلم به أن لهذه المسألة أى حل علمى، فمثلا الحيز المغلق الذى «يقلب فيه الهواء» لا يعطى بعد فترة متأخرة من الزمن ما يعين على معرفة طبيعة زمن «التقليب»، لأن كل ذكريات الحادث داخل المجموعة تكون قد فقدت».

ترى ما الذى يمكن أن يقال عن أيام الأرض الأولى، مع وجود مثل هذا التحذير؟ يتفق اليوم الكثير من الفلكيين على سلسة محتملة من الحوادث، تقع داخل سحابة من سحب ما بين النجوم مكونة من الغاز والغبار، وقد بلغ أمتدادها امتداد المجموعة الشمسية كلها الآن .

وفقد هذا الغبار زمنا طويلا من غير أن يأخذ شكلا معينا، ولكن عند نقطة معينة، تعمل قوى الجاذبية المؤثرة داخل السحابة على تداعيها إلى قرص مفرطح دوار .

وبمضى نحو ٨٠ مليون سنة، يتمخض هذا القرص عن مركز سميك منكمش أو متقلص، والعديد من الحلقات المحيطة به والمتحدة المركز.

ونظرا لأن المركز يتركز فيه ما يقرب من ٩٠٪ من كتلة سحابة الغبار الأصلية، فإنه يكون أصل الشمس أو الشمس الأولى، والتى تكون ضخمة وباردة، ومن ثم غير متوهجة. والحلقات التى تحتوى على نسبة العشرة فى المائة المتبقية من تجمعات الغاز والغبار الأصلية.

وهى المادة التى تخيم من حولها السحب، والتى تتكون منها الكوكب فى مراحلها الأولى . ويقدر لكل حلقة صفات معينة ككوكب، وتتوقف تلك الصفات على بعد الحلقة عن الكتلة المركزية، وعلى التركيب الدقيق لمواردها الخام .

وكانت الأرض الأولى ذات شأن خاص من بين مجموعة الحلقات التى تدور. وكما ذكرنا فى الفصل الأول، آلت الأرض وقمرها إلى نوع فريد ووحيد فى المجموعة الشمسية، لأنه لا يوجد كوكب آخر له قرين كبير بالنسبة إليه كما هى الحال مع الأرض. وعلى ذلك فإنه فى صميم ما قد تفرضه سحابة الغبار، يوجد احتمالان يقومان على توضيح تكوين القمر : إما أن الأرض الأولى كونت نواتين سميكتين تماما من الغبار أخذتا فى النمو كزوج، وإما أن كوكبين أوليين تولدا منفصلين تماما عن حلقتين متقاربتين من المادة الخام، ثم اعقب ذلك أن أمسك أحدهما الآخر فيما يقرب من حالة التصادم .

وفى أى حالتين، ربما كانت الأرض الأولى أكثر ثقلا من الحالية ٥٠٠ مرة ، كما كان قطرها قدر قطها الحالى ٢٠٠ مرة ، تماما كما كانت كل الكواكب الأولى أكبر بكثير جدا من الأجرام التى تمخضت عنها أو نشأت منها. ولقد راحت عناصرها الكثيفة تغوص عبر ملايين السنين، مندفعة إلى الداخل لتكون فى كل كوكب لبه، أو باطنه العظيم الكتلة، تغلفه الغازات الأقل كثافة، التى يتكون معظمها من الأيدروجين والهيليوم. وفى أثناء ذلك كانت الشمس تتقلص كذلك وتتكمش. وبمضى الوقت ، وصلت إلى كثافة حرجة ، بدأت عندها التفاعلات النووية تجرى فى داخلها وتولد الحرارة .

وإلى هذه المرحلة ، كانت العمليات كلها تجرى فى الظلام. ولكن بدأت الشمس عندئذ فى الإضاءة. وفى تبخير مجارى من الأيونات من سطحها. واكتسحت تلك المجارى الساخنة، واجتاحت أقرب الكواكب إلى الشمس، وخلصتها من الغازات التى كانت لا تزال تحيط بها. وارتفعت درجات حرارة تلك الكواكب، فساعد البخر، وعزز عمليات نفخ الغازات بعيدا عن تلك الكواكب. وبعد مضى بضعة مئات من ملايين السنين، دأب خلالها الإشعاع الشمسى على تبخير معظم كتلتها .

لم يتبق سوى الكواكب الداخلية (أو التى بين الأرض والشمس) وقد سخنتها الشمس بعد أن تقلصت، وكادت تصبح عارية بلا جو، بينما غلف الغاز الكواكب الخارجية التى نجدها اليوم (أى بعد الأرض فى الترتيب بالنسبة لبعدها عن الشمس).

واتفق هذا التتابع كله لمجرى الأمور إتفاقا يقبله العقل مع ما نعرفه عن المجموعة الشمسية الموجودة. فإن مسارات الكواكب، بإستثناء مسار بلوتو، تقع كلها فى حدود درجات معدودات بالنسبة لمستوى الشمس الإستوائى، ولا يبعد مسار بلوتو إلا بقدار ١٧ درجة عن ذلك المستوى (ربما لم يكن بلوتو على الإطلاق كوكبا حقيقيا، ولكن قمرا من أقمار نبتون الهاربة).

وتدور كل الكواكب من حول الشمس، كما يلف كل كوكب حول محوره، فى نفس إتجاه دوران الشمس، ضد عقرب الساعة كما نراها من فوق قطبها الشمالى، ولو أنه لسبب ما، يدور عدد قليل من التوابع فى إتجاه عقرب الساعة . وتكون أبعاد الكواكب من الشمس نمطا يخضع لانتظام

ملحوظ إلى أقصى حد. وبإضافة إلى ذلك، فإن مجموع كمية حركة دورانها الذى يبلغ ٤٩ مرة قدر كمية حركة دوران الشمس، يناصر هذه النظرية. فلو أن الكواكب قد ولدت نتيجة نوع من أنواع الحادثات التى أصابت الشمس، لكانت كمية حركة دوران الشمس، ولكان حجمها كذلك، أكبر مما جمعت الكواكب بكثير جدا .

وما نعرفه عن تكوين الأرض، يتمشى كذلك مع تلك النظرية، فعندما ظهر فى حيز الوجود قلب الأرض الأولى الثقيل، بدأت عمليات التقلص والإنكماش ذاتها، بالإضافة إلى ما ولدته العناصر المشعة الموجودة من حرارة الكتلة كلها، ومن ثم أصبحت الأإض منصهرة، إلا أن طاقة الإنكماش كانت قد استنفدت، كما تحلل المحتوى الأصلى للمواد ذات النشاط الإشعاعى، وهكذا بدأت تبرد، وهى عملية ربما كانت مستمرة أو غير مستمرة حتى الآن .

ولم تتقدم الآراء والأفكار الخاصة بتركيب جسم الأرض عما أملته النظريات الأولى الخاصة بتكوينها، إلى أن أصبح تقدير وزنها أمرا ممكنا. ولقد تقدم علماء مختلفون من الفلاسفة الطبيعيين بعدة مقترحات : أرض مملوءة بالماء (وقد نجم عن نكبتها فى القدم، الطوفان)، والأرض فيها القشرة من الأتربة الطافية فوق حمام من الزيت الذى يحملها، وحتى أرض مفرغة، بها فجوات تملأ على التوالى بالنار والماء.

وكل هذه الجيوجينات، كما تسمى، من الضرورى أن تكون قد أنتهت فى عام ١٧٩٨، عندما (وزن) الأرض عالم الطبيعة الأنجليزى هنرى كافندش.

وكانت نقطة الأبتداء عنده هى قانون نيوتن للجاذبية العالمية، الذى يقول أن كل جسم فى الكون يجذب كل جسم آخر بقوة متناسبة طرديا مع كتلتهما، وعكسيا مع مربع المسافة بينهما .

ولقد بنى كافندس مقبض حديد (دمبلز) طوله نحو متر، ثم علقه بخيط، وقاس الجاذبية بين كرتى المقبض وكرتين أكبر منهما، ومن ثم حسب ثابت الجاذبية .

ومن هذا الثابت، مع مقادير أخرى معروفة مثل قطر الأرض ، استنتج أن وزن الأرض يساوى ٦,٦ ألف ترليون طن. ولقد كان ذلك التقدير ، ولا يزال ، تقديرا حسنا بالنسبة لدخوله فى مسائل أخرى .

والأرض هى أكثر كواكب المجموعة الشمسية كثافة، نظرا لأن حجمها يقدر بنحو ١٠٨٥ ألف مليون كيلو متر مكعب، ومتوسط كثافتها خمسة أضعاف ونصف ضعف قدر كثافة الماء (زحل فى النهاية الأخرى، يبلغ من قلة الكثافة قدرا يمكنه أن يطفو على الماء)، ولكن متوسط كثافة الصخور التى تكون القشرة الأرضية – الجرانيت الخفيف والبازلت الثقيل معا – لا تزيد إلا بقدر صغير على نصف كثافة الأرض مجتمعة.

وبالنسبة لرجل العلم الذى أمعن النظر أولا، ودقق لكى يعرف هذا، اتضحت له فى الحال حقيقة واحدة : إن كثافة الماء الذى يكون باطن الأرض، لمثل تلك (الأوزان الخفيفة) التى على غرار النار والماء، كما لا يمكن أن تكون الأرض عبارة عن كرة كبيرة ضخمة، مصنوعة كلها بلا استثناء من نفس المادة .

وفى هذا العصر، يعتبر مثل هذا التبصر أو بعد النظر مجرد أراء بدائية، ولكن فى مستهل القرن التاسع عشر، عندما بدأت الجيولوجيا تنمو، وتشب عن طوقها الذى طال أمده، كانت الحقائق التى من هذا النوع، وسيلة عظيمة القدر والقيمة.

وحتى اليوم، فإن كل فكرة أو رأى يتعلق بباطن الأرض مجرد تخمين، ولكنه تخمين مبنى على أساس النتائج الدقيقة الرائعة، التى هى مستمدة إلى أبعد مدى من أرصاد غوائل الطبيعة المعروفة باسم الزلازل .

ولو أن متوسط عدد الزلازل العنيفة التى تحرف قشرة الأرض كل عام هو نحو عشرين، فإن عدد الهزات الصغيرة خلال نفس المدة يقارب المليون. أو حوالى هزتين فى الدقيقة. وتمدنا الزلازل بمصدر مستمر للبيانات التى تساعد على تحليل داخل الأرض.

ومن نتائج هذه الدراسة خلال قرن بأكمله، عرف علماء الزلازل (علماء حركات القشرة الأرضية) أن كل الزلازل الكبرى تنشأ على وجه التقريب فى منطقتين طويلتين وضيقتين نسبيا .

وتتكون المنطقة الرئيسية من حزام فى الأراضى التى تحف بالمحيط الهادى، ممتدة على طول الساحل الغربى لكل من الأمريكتين، ومنحدرة إلى ساحل أسيا. وتجرى المنطقة الثانية العظمى من الغرب إلى الشرق خلال أوروبا وأسيا، من اسبانيا، وشمال أفريقيا عبر إيطاليا واليونان، وتركيا والهند، وبورما، لكى تتصل بالحزام الباسفيكى عند سيلبس. وتعرف المنطقة الأولى باسم (حلقة النار) الباسفيكية، نظرا لوجود معظم براكين العالم على طول مسارها،

كما أنها مكان حدوث أكثر من ٨٠ ٪ من زلازل الأرض كلها ، بينما تظل المنطقة الثانية مسئولة عن ١٥ ٪ من الزلازل . وتحدث الزلازل الباقية فى أماكن متفرقة على الأرض.

ومنشأ كل الزلازل تقريبا هو كسر أو تصدع الصخر الصلب، الذى يكون القشرة الأرضية على طول إحدى المنطقتين. وتحدث هذه الكسور المسماه الفالق أو الصدع، عندما تصبح الإجهادات المتولدة داخل الأرض أكبر من أن تتحملها القشرة الهشة السهلة الإنكسار .

ومن الأمثلة التى تستحق المشاهدة، صدع سان أندريا كاليفورنيا، حيث تأخذ كتلة الأرض شرقى صدع سان أندريا سبيلها بانتظام نحو الجنوب ، وكثيرا جدا ما يحدث أن تفوق الحركة حدود مقدرة الصخور السفلى على المط . وعندما يحدث ذلك يتمزق الصخر .

ولقد حدث فى ١٨ أبريل عام ١٩٠٦ أن زحزحت الأرض بمقدار خمسة أمتار على طول مسافة بلغت نحو ٣٢٥ كيلو مترا من امتداد صدع سان اندريا، وبذلك أحدثت زلزالا هدم معظم سان فرنسسكو . ولقد كانت تلك الزحزحة أكبر إزاحة على الإطلاق سجلت لزلزال واحد .

ولم يكن زلزال سان فرانسسكو عام ١٩٠٦ أول ولا آخر زلزال حدث نتيجة الحركة على طول صدع ساحل المحيط الهادى، فقد هزت كاليفورنيا زلازل عظمى فى الأعوام ١٨٥٧، ١٩٢٢، ١٩٤٠، ويمكن أن نتوقع هزات أخرى من وقت إلى آخر قبل أن تتم إعادة استقرار الأرض في تلك المنطقة غير المستقرة .

ومن صفات الزلزال الكبير، أنه يوحى باعظم الحادثات رهبة وخوفا. فمن حيث العنف، قد يفوق تفجير ألف طن من الديناميت (ت.ن.ت)، وبينما يكون مكان أشد الأضطرابات عنفا محددا، قد تعم الصدمة مساحات واسعة. فمثلا زلزال لشبونة عام ١٧٥٥، لم يقتصر أمره على مجرد تدمير قلب تلك المدينة وقتل الآلاف من سكانها، بل أمكن الشعور به فوق مساحة من أوروبا قاربت أربعة ملايين من الكيلومترات المربعة. فقد حدث أن اضطربت بعنف مياه البحيرات والأنهار فى أوروبا كلها.

كما وصلت أمواج البحر التى أثارها الزلزال إلى جزر الهند الغربية، بعد عبورها الأطلنطى خلال عدة ساعات. ولقد حدث الزلزال فى أول نوفمبر -يوم القديس- عندما كان المصلين فى أوروبا فى الكنائس والكاتدرئيات الكبرى، فأثار رعب المتفرجين الذين كانوا يراقبون النجف وهو يهتز ويترنح، تحت وطأة صدمات الأمواج المقبلة من لشبونة.

ولم يكن زلزال لشبونة أول زلزال على الإطلاق هدد أوروبا، وإن كان أكثرها تدميرا إلى حد كبير، ولقد ذكر أمر تلك المأساة العلماء بضآلة ما كانوا يعرفونه عن طبيعة غوائل الأرض.

وأحد أولئك العلماء، الفلكى الرياضى البريطانى جون مايكل، الذى جمع كل التقارير التى استطاع العثور عليها، ومن ثم استطاع أن يحسب أن الموجة الراجة المفزعة، انتقلت بسرعة زادت على ٣٢ كيلو مترا فى الدقيقة.

ولقد خمن مايكل أن مصدر الهزة كان حركة أرضية على بعد عميق فى القشرة الأرضية. وبذلك وضع اساس الزلازل حيث كتب يقول «.. لا

يمكن ان تكون على (عمق) أقل بكثير من ١,٥ كيلو متر أو ٢,٥ كيلو متر، ... و ... من المحتمل أن عمقها لم يزد عن خمسة كيلو مترات».

ولم يمض على نكبة لشبونة ثلاثون سنة، حتى دهمت سلسلة من الزلازل منطقة كالابورى بإيطاليا. حيث بلغ عدد الضحايا ٣٥٠٠٠ نفس، وهذه النكبة الثانية، على غرار إلهام مايكل الخاص بالأعماق الكبيرة، أكبر بكثير عما تصل إليه المناجم العميقة، التى تولد فيها الهزات المخربة، إنما ساعدت على بزل مجهود علمى متزايد لمعرفة اسباب الزلازل .

ولقد عم شعور بالحاجة العاجلة لعمل جهاز يقيس سعة تلك الهزات . ولكن كان قد نشأ وظهر من مجرد التقارير الموضوعية، مقياس غير دقيق لشدة الزلازل. ويتدرج ذلك المقياس على خطوات من بسيط إلى مدمر.

ولقد عرف فيما بعد أن الموجات الراجة فى مركز الزلزال تحدث حركة إلى أعلى وإلى اسفل، وأنها عندما تنطلق بعيدا على غرار التموجات فى البركة، تأخذ تلك الموجات على التدريج إتجاها أفقيا يتزايد أكثر وأكثر.

ولكن لم تكن هناك أى حلول أو إشارات فيما يتعلق بالإتجاه الذى تقبل منه الهزات البعيدة. ورغم أن سرعة انتقالها كانت معروفة بأنها كبيرة، فإنه لم يتم حسابها بأى دقة. وأتضح أنه من الممكن أن يصنع جهاز جيد يقوم بإعطاء هذه المعلومات الناقصة، إلى جانب إعطائه معلومات حيوية عن داخل الأرض المجهول، نظرا لعظم الأعماق التى تبدأ منها هزات الزلازل .

وعلى الرغم من تلك الحوافز، فقد ظلت الحال على ما هو عليه حتى عام ١٨٥٥ -قرن بعد مأساة لشبونة- حين تم بناء أول مسجل للزلزال.

واليوم تعمل مئات من هذه الأجهزة ، وقد أدخلت عليها تحسينات مختلفة، وتستخدم فى مراصد الزلازل فى أرجاء العالم المختلفة. ولا يستطيع أى جهاز تسجيل للزلازل أن يظهر النقطة التى تبدأ منها هزات الزلازل. ولكن تستطيع تلك الأجهزة كلها، على أية حال، أن تبين مدى البعد الذى بدأت منه الهزات .

والأساس فى محطة ارصاد الزلازل، هو أن تتضمن ثلاثة أجهزة لتسجيل الزلازل ، يثبت واحد منها رأسيا، بينما يتم تثبيت الأثنين الأخرين فى وضع أفقى فى اتجاهين متعامدين، بحيث يستجيب جهاز للأمواج التى تمر نحو الشمال أو الجنوب ، بينما يستجيب الثانى للأمواج التى تأتى من الشرق أو من الغرب.

والخلاصة، يتكون كل مسجل للزلازل من حامل يثبت تماما فى صخر الأرضية، وكتلة ثقيلة تعلق حرة طليقة، وتتدلى من الحامل بزمبرك. فعندما تهز رجفة أرضية الحامل، يحول الزمبرك دون وصول تلك الحركات التى تتعرض لها القاعدة، من أن تصل وتؤثر على الكتلة المعلقة، فتبقى هذه الأخيرة فى مكانها الأصلى.

وفى أثناء ذلك يتمدد الزمبرك أو يتقلص، وتسجل تلك التغييرات التى تحدث فى الزمبرك. ويمكن لتسجيلات السيسموجراف مجتمعة فى الأماكن المختلفة، أن تحصر مصدر الهزات الأرضية أو الأمواج المقبلة فى بقعتين على الأرض. وبطبيعة الحال، فإن واحدة منها فقط تكون هى مصدر الزلزال الحقيقى .

ومن ثمار هذا الجهاز الجديد ، التحقق من أن هزات الزلازل تنتقل على غرار أمواج المحيط عبر أنحاء قشرة الأرض الرقيقة. وهناك أمواج أخرى، لم تكن متوقعة قبل تعرف السيسموجراف عليها، تنطلق بدلا من ذلك إلى جسم الأرض مباشرة، بسرعة أكبر بكثير من سرعة الأمواج السطحية .

ولقد ثبت أنها من نوعين : أمواج ابتدائية – أو P – وأمواج ثابتة – أو S– ومن بين هذا الزوج تكون الأمواج الأبتدائية هى الأسرع والأكثر عمقا، وتتحرك من غير أن يعترض سبيلها أو يعوقها عائق خلال باطن الأرض الكثيفة.

وللأمواج الثانوية البطيئة حركة مستعرضة، ترى فى أغلب الأحيان عندما ينقر الحبل المشدود، أو عندما يهتز منثنيا. ومن الحقائق الهامة، كما سيتبين فيما بعد، أن الأمواج المستعرضة تنتقل بكفاءة خلال الأجسام الصلبة، ولكنها تختفى عندما يعترض سبيلها سائل أو غاز .

وفى أى محطة من محطات الزلازل، تكون أول علامة من علامات حدوث الزلازل هى وصول سلسلة من الأمواج الإبتدائية P –وهى الأسرع–، ثم يعقب ذلك وصول الأمواج الثانوية S. وتتوقف الفترة الزمنية على المسافة بين محطة الرصد وبؤرة الزلزال.

وبعد ذلك بمدة أخرى، تعمل الأمواج السطحية البطيئة، التى تنتقل خلال الوسط الرقيق المنحنى من القشرة الأرضية، منحنياتها المميزة التى تدور على إسطوانة السيسموجراف التى تدور .

وفى بعض الحالات، يمكن أن تشير آلات التسجيل هذه إلى المصدر (وتبين قوة ثوران البراكين أو أنفجارات القنابل النووية).

وحتى هذا القدر، فيما يختص بتفسيرات باطن الأرض، نجد إن أكثر الحقائق فائدة التى يقدمها السيسموجراف، هى زمن أنتقال أمواج الزلازل من مراكزها إلى مصدر الزلازل من حول الأرض. وعندما درست مجموعة كاملة من أزمنة الإنتقال، أمكن التعرف على السرعة التى تتحرك بها الأمواج الأبتدائية والأمواج الثانوية، على أعماق مختلفة من الأرض.

ولقد وجد، مثلا، أن تلك السرعات تميل إلى الزيادة بالتدريج، كلما أقتربت الأمواج من مركز الأرض. وهناك كذلك عدة أعماق معينة تعينا دقيقا، تحدث عندها إزاحات فجائية فى سرعة الإنتقال.

ومن اللازم أن تتدل سرعة تلك الإزاحات على وجود تغيرات جوهرية فى خواص مادة باطن الأرض، وتعرف الحدود التى تعينها كحدود فاصلة بين الطبقات المتحدة المركز، التى تختلف مواردها كيميائيا أو طبيعيا، باسم «اللامستمرات». وسميت أعلى طبقات (اللامستمرات) تبعا لمكتشفها أندريا مورهورفسك. ومن فوق لامستمرة مورهورفسك تقع قشرة الأرض وحدها، وهى قشرة رقيقة من الصخر سمكها نحو خمسة كيلو مترات من تحت الترسبات التى تغطى قيعان المحيطات، ولكن متوسط سمكها يبلغ نحو ٣٢ كيلو مترا تحت القارات، ويلوح أن لهذه القشرة طبقتين أساسيتين: طبقة سمكها خمسة كيلو مترات من البازلت الثقيل المحيط بالأرض كلها، وقطع عظمى من صخر الجرانيت الأقل كثافة يبلغ سمكه زهاء ٦٠ كيلو مترا، تقع مباشرة فوق البازلت لتكون القارات.

وعند لامستمر مورهورفسك، تسرع الأمواج الأبتدائية(P) والثانوية(S) من ٦,٩٢ كيلو متر و ٣,٨٦ كيلو متر فى الثانية على التوالى ، لتصل إلى ٨ و٤,٧ كيلو متر فى الثانية. ومن بعد ذلك يزداد معدل انتقالها بانتظام خلال المسافة الممتدة إلى أسفل عبر ٢٩٠٠ كيلو متر، حتى تصل سرعات قدرها ١٣,٧ و ٧,٢٥ كيلو متر فى الثانية على التوالي. وعلى هذا العمق، تهبط سرعة الأمواج الإبتدائية (P) فجأة إلى ٨ كيلو مترات فى الثانية.

كما يتغير إتجاه تحركاتها بشدة ، بينما تختفى الأمواج الثانوية (S). ومن الواضح والجلى أن هناك تغيرا جوهريا خطير يحدث فى باطن الأرض عند هذا الحد العميق ، الواقع على بعد ٢٩٠٠ كيلو متر بين لب الأرض وستارها .

وكل المنطقة بين اللامستمر، هى الستار الذى يضم ما يزيد على ٨٠ فى المائة من حجم الأرض، بمقارنته بحجم القشرة البالغ ١١/٢ فى المائة. وفى الوقت الحاضر، تقتصر قدرتنا على مجرد التخمين بالنسبة إلى طبيعة تلك المنطقة. ويذهب بعض علماء الطبيعة الأرضية إلى أن كثيرا من الستار – وربما معظمه – يتكون من مراحل متباينة من الدونيت.

وهو صخر يبدو أن صفاته وخصائصه تتفق تماما مع القدر الصغير الذى تم فهمه عن تلك المنطقة الفسيحة. وكما نراه على سطح الأرض، الدونيت هو صخر أخضر، أو بلون الصدأ، خشن التحبب، ولكن قد يحتوى الستار كذلك على البريدوتيت. ومن تحت اللامستمر الموجود على عمق ٢٩٠٠ كيلو متر ، يوجد لب الأرض. وهناك قرائن كثيرة غير مباشرة تؤيد فكرة أنه على ذلك البعد، يتكون اللب من الحديد المنصهر.

وربما مع بعض النيكل وبعض آثار الكوبلت. فأولا وقبل كل شيء، يجب أن يكون اللب عظيم الكثافة جدا، حتى يمكن تفسير كتلة الأرض الكبيرة. وتشير هذه الحقيقة إلى أن الحديد هو العنصر الرئيسى فى لب الأرض، البالغ ١٧٥ ألف مليون كيلو متر مكعب وذلك نظرا لأن الحديد هو العنصر الثقيل الوحيد الذى يكثر وجوده نسبيا بين أكثر ربوع الكون.

وبالإضافة إلى ذلك، نجد أنه تحت الضغوط ودرجات الحرارة المقدرة للب الأرض، تكون كثافة الحديد -على الأقل ٧,٧ جرام لكل سنتيمتر مكعب- هى التى تتفق مع مستلزمات الوزن.

كما أنه يتعين أن يكون سائلا منصهرا. ونستطيع أن ندلل على أن لب الأرض سائل، من عدم إستطاعة أمواج الزلازل (S) المرور خلالها (لا تستطيع الذبذبات المستعرضة الإنتقال إلا فى الأجسام الصلبة فقط) .

وأخيرا، يمكن إدراك وجود مجال الأرض المغناطيسى بسهولة، فى ضوء التيارات الكهربائية المتولدة فى جسم معدن مسال . وتترك كل خطوط التفكير هذه، قليلا من الشك فى أن لب الأرض يتركب أولا وقبل كل شيء من الحديد المنصهر، إلا أن هذه الحقيقة ليست هى كل القصة.

فعلى أساس دراسات أخرى لهزات القشرة الأرضية، يظن بعض علماء الطبيعة الأرضية، أنه مازال هناك لامستمر اساسى آخر، يقع على بعد نحو ١٢٩٠ كيلو مترا من مركز الأرض، ويدل على وجود منطقة أخرى مختلفة عن سابقتها من داخل اللب.

وعلى ذلك، فإننا عندما نبدأ من سطح الأرض متجهين إلى باطنها،

نجد أولا القشرة (سمكها عدة كيلو مترات)، فالستار (٢٩٠٠ كيلو متر)، فاللب الخارجى (٢٢١٤ كيلو مترا) ، ثم اللب الداخلى (١٢٩٠ كيلو مترا). والفرق بين اللبين الداخلى والخارجى يمكن أن يكون فرقا كيميائيا، ربما من سبيكة الحديد مع النيكل، وقد حدث فيها تغيير بسيط، أو قد يكون الفرق فى بساطة من الفروق الطبيعية . وربما يكون اللب الداخلى صلبا بدلا من السائل. وسوف تعيننا أجهزة القياس الدقيقة فى المستقبل، على إبداء تخمينات أكثر سلامة ودقة ، ولكن يبقى أمر معرفتنا المباشرة للب الأرض بعيدا عن متناول البشر، بدرجة تفوق بعد معرفته للفضاء الخارجى .

وتصبح الزيادة فى الكثافة بشكل ظاهر من القشرة السطحية إلى اللب الداخلى أقل عجبا، عندما يتم حساب الزيادة المتظمة فى الضغط بازدياد العمق داخل الأرض. فمثلا تعمل معا القشرة الدقيقة الخفيفة، والستار الأكثر كثافة وأعظم سمكا إلى حد كبير، على اضافة أحمال وأثقال على كرة لب الأرض الخارجى.

بحيث يصل الضغط زهاء ٩٠٠٠ طن على البوصة المربعة (١٤٤٠ طنا على السنتيمتر المربع)، بينما تحمل البوصة المكعبة، المعرضة لضغط ذريع عند مركز الأرض بالذات، ١٨٠٠٠ طن من الضغط على كل سطح من اسطحها الستة.

ومن المنطق أن نتوقع بسبب إزدياد الضغط على هذا النحو، ازدياد فى درجة الحرارة. وحتى فى القرن السابع عشر، سجل عمال المناجم، اللذين كانو يعملون فى آبار المناجم العميقة الجافة بألمانيا، ارتفاعات منتظمة فى درجة الحرارة بازدياد العمق .

وبالنسبة للأجزاء الضحلة من قشرة الأرض ، التى سبر الإنسان غورها وجسها إلى أبعد حد ، تتم هذه الزيادة فى الحرارة بازدياد العمق بعدل ٦٥, ٠ درجة سنتيجراد لكل ٢٠ مترا.

وإذا ما ثبت معدل الزيادة هذا على طول المسافة إلى مركز الأرض، فإن قلب اللب يصير نارا مستعرة، درجة حرارتها ١٩٥٠٠٠ درجة سنتيجراد على وجه التقريب، أو أسخن من سطح الشمس بخمس وثلاثين مرة.

وليس من بين علماء الطبيعة الأرضية من هم على استعداد للموافقة على ذلك . وتتراوح تقديرات النهاية العظمى لدرجة حرارة اللب بين أكثر من ٢,٠٠٠ وفوق ٥٥٠٠ درجة سنتيجراد .

وعلى اية حال، ليس التوزيع الحالى لدرجة الحرارة فى الأرض -مهما كان- توزيعا دائما. فما من شك أن كلا من الستار واللب يتضمن بقايا يعتد بها من نظائر اليورانيوم، والثوريوم، والبوتاسيوم ذات النشاط الإشعاعى، والتى تطلق حرارة كما تحللت.

ويعتقد عدد وفير من علماء الطبيعة الأرضية أن درجة حرارة باطن الأرض تزداد تدريجيا، ولكن ليس ثمة ما نخشاه أو نخاف عليه من تلك الزيادة، فكل من الستار واللب من أجود المواد العازلة.

وتتطلب تغيرات درجة الحرارة داخل جسم الأرض، ملايين السنين لكى تظهر على السطح. وكما هى الحال، يقتصر التحكم فى درجات الحرارة بآلاف المرات .

ولا يمكن تصور إختراق الإنسان لب الكواكب على الإطلاق، اللهم إلا فى الخيال العلمى، ولكن موضوع إرساله مستقبلا أجهزة إلى أسفل، تعبر القشرة لتستقر فى الستار، فذلك أمر محتوم. ومن الطرق المؤدية إلى تلك النهاية المثيرة مشروع ثقب (موهول)، وهو عنوان مشتق من اسم حدود (القشرةوالستار).

وعندما تأكدت حقيقة أن القشرة رقيقة تحت قاع المحيط، عمد العلماء فى أمريكا عام ١٩٦٢ إلى إنزال مجسات ثقب لتصل إلى عمق ٣٤٥ مترا تحت القاع، من سفينة رست خارج كاليفورنيا الجنوبية .

ولقد قامت تلك التجارب بمؤسسة العلوم الأهلية بتقديم مبلغ ٥٠ مليون دولار (أو ما يعادل ١٨ مليون جنيه استرلينى)، للقيام بعمليات الثقب لمدة تتراوح بين ثلاث أو سبع سنوات ، حسب برنامج ثقب (موهول)، أو ربما ١٦مليون دولار أو نحو ذلك لإختراق كل ١,٦١ كيلو متر من القشرة.

والذى يطلق عليه الدكتور آلان ت . ووترمان، مدير المؤسسة، اسم «المشروع الجيولوجى الوحيد أكبر مشاريع البشر»، سوف يغدو أسما على مسمى فى مجال التقدم العلمي. فمن القشرة إلى اسفل حيث الستار، سوف تخرج لنا ثقوب (موهول) عينات مستمرة من لب ما ترسب الصخور والحفريات تحت قشرة المحيط (وفى أثناء ذلك، سوف تعمل الحافرات السوفيتية على سبر غور وجس الستار على طريقتهم الخاصة من مواقع على الأرض). وسوف يخرج الستار المثقوب ما فيه، ومن تلك النقطة وما بعدها، سوف تحل المعرفة مكان اعمال التخمين بالنسبة إلى تكوينه، وكثافته، وما فيه من مواد ذات نشاط إشعاعى، إلى غير ذلك من الخواص.

وسوف تكون للعلم حلول أقوى من أى حلول أخرى، بصدد أصل وتاريخ الأرض ، والمجموعة الشمسية، والحياة ذاتها.

ولقد علم مجال الأرض المغناطيسى علماء الطبيعة الأرضية الشيء الكثير عن باطن الأرض. وكان بحارة الأرض يعرفون الإبرة الممغنطة (البوصلة) منذ نحو ألف سنة تقريبا، ولكن لم يفهم رواد العلم طريقة عمل البوصلة فهما حقيقيا حتى نهاية القرن السادس عشر .

وحتى ذلك التاريخ، كان المفروض أن كوكب الدب الأكبر، ربما النجم القطبى -نجم الشمال- أو حتى جبلا كبيرا مجهولا فى المتجمد الشمالى، هو أصل وأساس القوى التى تجذب الإبرة الممغنطة.

وكان وليم جلبرت، طبيب البلاط فى عهد الملكة إليزابيث الأولى، أول من عرف أن الأرض ذاتها عبارة عن مغناطيس كبير. ولقد دلت الملاحظات السابقة، على أن الإبرة الممغنطة عندما تعلق لتتحرك حركة بسيطة فى أى إتجاه، لا تشير إلى الشمال فحسب، ولكنها أيضا تميل - تتزايد زاوية الميل كلما زاد بعد أجراء التجربة نحو الشمال -

ولقد عمد جلبرت إلى مضاعفة الظاهرة فى المعمل، باستخدام كرة من خام الحديد المغناطيسى بدلا من الأرض. فاستجابت الإبر المغناطيسية لتلك الكرة الممغنطة، كما كانت تستجيب للأرض، وأخذت تميل بزاويا تتزايد كلما إقتربت الإبر من قطبي الكرة. ومن تلك المشاهدات استطاع جلبرت أن يقول، وهو على صواب، إن الأرض هى بدورها كرة ممغنطة .

ونشرت رسالة جلبرت (دوماجنيتي) عام ١٦٠٠، كذروة أعمال سبعة عشر عاما. ولقد وصف كيف أنشأ وبنى تلك الكرة الممغنطة (الأرض ذاتها

مغناطيس عظيم). وعلى الرغم من أنه مدينا لغيره من الباحثين الأول، فإن وضوح دراسته، جعل رسالته علامة من علامات التقدم فى تاريخ العلم الحديث. والآن، أيدت طريقته طرق للرصد والقياس أكثر تهذيبا، كما أيدتها دراسات تحليلية ممتازة ، توفرت أكثر مما توفرت لدى جلبرت .

ولو أن من صفات الأرض أنها تبدو كمغناطيس، إلا أنها أبعد ما تكون عن المغناطيس الكامل، وذلك لعدة أسباب : أولها، أن مجال الآرض المغناطيسى غير منتظم إلى حد كبير فى الإتجاه، ويتذبذب مع الزمن بطريقة غير منتظمة . وثانيها ، أن المغناطيس الأرضى ليس ثابتا من حيث الشدة.

ففى القرن الماضى وحده، ضعف مجال الأرض المغناطيسى بمقدار ٥٪. وأكثر من ذلك عجبا عدة انقلابات معروفة فى مجال الأرض المغناطيسى، وتكون القرائن القائمة عليها جزءا من التاريخ الجيولوجى.

ومن وقت إلى آخر ينمحى أو يضمحل المجال ببطء ، ثم يعود للظهور وقد حل اتجاها المجالين الشمالى والجنوبى أحدهما مكان الآخر. وكل هذه الظواهر الغريبة فى المغناطيسية الأرضية، يرحب بها عالم الجيولوجيا، لأنها تستخدم كعلامات هامة فى دراسة ماضى الأرض .

وبعد قياس شدة واتجاه مجال الأرض المغناطيسى على سطح الأرض بأسره، يمكن رسم خريطة للمجال، تلعب فيها الخطوط المعروفة باسم (إيسوجونك)، دورا يحاكى الدور الذى تلعبه خطوط الحدود فى أية خريطة لها استخداماتها التطبيقية.

ولا يمكن تقدير فائدة مثل هذه الخريطة فى الملاحة البحرية ، نظرا لأنها تبين الإتجاه الذى تشير إليه الإبرة المغنطة فى منطقة جيولوجية (هناك أماكن قليلة على الأرض تشير الإبرة المغنطة إلى الشمال الجغرافى الحقيقي).

وعندما تمحى آثار كل ما هو شاذ على خريطة مثالية من خرائط مجال الأرض المغناطيسى، يمكن تحديد زوج من القطبين المغناطيسين، بحيث ينتميان إلى نمط قطبى جلبرت، ويصور نمط المثال لمجال الأرض المغناطيسى المرسوم على هذا الأساس سبب المجال.

ويجعل علته وجود قضيب مغناطيسى عظيم القوة جدا، يختبئ فى أعماق باطن الأرض، على بعد نحو ٣٠٠ كيلو متر من المركز، وينحرف بمقدار ١١,٥ درجة على محور دوران الأرض .

وفوق ذلك كله، نجد أن قطبى المغناطيسية الأرضية ليس هما القطبين المغناطيسيين للأرض، قبلة ومحط أنظار مستكشفى المناطق القطبية ، وخير ما يعرفان به أنهما قطبا (الميل). وهناك تشير إبرة البوصلة المغناطيسية المعلقة تعليقا حرا طليقا إلى أسفل مباشرة.

وقطبا ميل الأرض الشمالى والجنوبى، يقعان على مسافة ما من قطبى مغناطيسية الأرض، ولكى نعقد الصورة أكثر، نقول أن قطبى الميل يتجولان، ففى عام ١٩٤٨، اكتشف القطب المغناطيسى الشمالى على بعد ٣٢٠ كيلو مترا خرى إلى الجنوب الشرقى.

وليس فى مقدور علماء الطبيعة الأرضية التنبؤ بالمواضع التى سوف

يشغلها قطبا الميل للأرض فى المستقبل بشئ من اليقين، على الرغم من أنهم يعرفون أن معدل التغير يختلف من نحو خمسة كيلو مترات إلى ٦,٥ كيلو متر فى السنة بالنسبة للقطب الشمالى، وأن قطب الميل الجنوبى ينحرف بسرعة أكبر نوعا ما .

وتشير كل الإحتمالات إلى أن منشأ مجال الأرض المغناطيسى تيارات كهربائية، تتولد فى لب الكوكب الخارجى المكون من الحديد المنصهر. ومن اللازم أن يشتمل ذلك على مبدأين طبيعيين ، لا يختلفان عن تلك المبادئ المتضمنة عمل المولد الكهربائى العادى أو الدينامو . ويشمل المبدأ الأول العلاقة الوثيقة القائمة بين التيار الكهربائى والمجال المغناطيسى، فالتيارات الكهربائية تحيط بها دائما مجالات مغناطيسية.

كما أن المجالات المغناطيسية إنما تنجم عن تيارات كهربائية. أما المبدأ الثانى، فيتضمن التأثير الكهرومغناطيسى، عندما يعرض موصل كهربائى (مثل السلك) لمجالات مغناطيسية متغيرة ، أو عندما يحرك خلال مجال مغناطيسى يتولد فيه تيار بالتأثير .

وفى حالة المولد الكهربى (الدينامو)، تحرك ملفات السلك الملفوفة على ساق فى مجال مغناطيسى بوساطة التدوير. وإذا لم تكن للسلوك أية مقاومة للتيار الكهربى، وإذا لم تكن هناك مقاومة فى الأجزاء المتحركة، فيمكن أن يعمل زوج مكون من مثل هذا المولد الكهربى مع محرك كهربى (موتور)، بحيث يعمل الإثنان معا إلى ما شاء الله : ساق المحرك تدير المولد، والدينامو يولد تيارا ليحرك الموتور. أما فى عالم الحقيقة، على اية حال، فلا يمكن التخلص من كل من المقاومة الكهربائية والميكانيكية، ومن

اللازم أن تضاف بعض الطاقة من الخارج لتحقيق ذلك ، ولجعل المجموعة تعمل .

وفكرة الدينامو الخاصة بمجال الأرض الناتج عن المغناطيسية الأرضية يؤيد أن مثل هذه المجموعة ، المكونة من المحرك والمولد معا، أمر يمكن مقارنته، إلا أنه يختلف كثيرا فى التفاصيل التى توجد فى لب الأرض المنصهر. ونظرا لأن المولد الكهربائى أو الدينامو الحقيقى، ليس ناجحا تماما فى عمله.

فإننا نجد أنه إعمالا لنظرية الدينامو، يكون منبع تلك الطاقة الميكانيكية هو حركات حمل (دوارة) قد تنشئ فى لب الأرض الخارجى السائل، من الحرارة الفائقة التى يولدها لب الأرض الداخلى الصلب الأصغر، أو من الفوارق الكيميائية الموجودة بين اللب والستار. ولا يقتصر الأمر فى اللب الخارجى على مجرد تسخين الحديد المنصهر، ودورانه، أو سريانه ليبرد ثم يعود ليسخن من جديد بطريقة رتيبة، على غرار الهواء عندما يندفع من فرن هواء ساخن . إذ عوضا عن ذلك، ونظرا لأن الأرض تدور ، فإننا نجد أن مسارات السيال تكون معقدة، ودوارة .

وتعلل لنا نظرية الدينامو كلا من الترتيب والشذوذ المشاهدين فى مجال الأرض المغناطيسى. والتماثل الذى بفرضه دوران الأرض، إنما يفسر لنا عدم الإختلاف التقريبى بين محورى الأرض المغناطيسى والجغرافى، بينما طبيعة دوامات الحمل غير المنتظمة فى اللب السائل، تعلل لنا عدم وجود إتفاق تام بين الإثنين .

وعلى ذلك، فإن أعمق أجزاء الأرض الداخلية تكون مجموعة ديناميكية تعمل على إمتداد سلطانها على طول الطريق إلى السطح. والذى تم فهمه نظريا من سنين عديدة ، ولا يتم إثباته إلا باختبارات الصواريخ الحديثة، أن القوى المغناطيسية المتولدة داخل اللب تصل كذلك إلى الفضاء، لتؤثر عبر آلاف الكيلو مترات قبل أن تضمحل ، وتصبح عديمة الأهمية. وكما سنرى، تلعب تلك المنطقة العظمى من الماجنيتوسفير دورا هاما فى طبيعة الوسط الموجود بين الأرض وإنفجارات طاقات الإشعاع العديدة، وجسيمات الطبيعة التى تشعها الشمس ، وترسلها بصفة مستمرة .

الكوكب غير الهادئ :

منذ أن أخذت الأرض الشكل المعهود فى ظلمة الفضاء، راحت قوى هائلة تعمل فيها، من الخارج ومن الداخل . ولم يعد الذى يجرى فى باطنها غير مدرك كما كان من قبل. ومن مفاهيمنا المستمدة مكان الزلازل وثورات البراكين ، راح الإنسان يدرك تقلبات كوكبه الغامضة .

نيران باطن الكره الأرضية :

حدث أن كانت أرضنا باردة إلى حد كبير، ثم صارت باردة حارة منذ أحقاب مضت، فوصلت درجة حرارة باطنها من أكثر من ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ سنتيجراد.

يعمل ستار الأرض وقشرتها كمادة عازلة، ولذلك فإن قليلا من الفيض الحرارى تسرب وظهر على السطح، ولكن النافورات الساخنة، وفورات الماء الساخن، بطريقة مصغرة، والبراكين بطريق مكبرة ملفتة للنظر، كلها تنبىء

عن الحرارة المنبثقة التى تسود تحت الأرض بعيدا عن قشرتها . وتشتعل البراكين بنفس قوى الإحتكاك التى تحافظ على تلك الحرارة المحتبسة. ويتولد ما يتدفق منها إلى الخارج من حمم وغازات بالقرب من حافة الستار الخارجية. وتندفع الصخور المنصهرة (ماجما حارة) إلى أعلى، سالكة فى العادة الشقوق التى تخلفها الزلازل.

وأحيانا ينفجر البركان دفعة واحدة، وقد يبقى أحيانا مدة طويلة داخل غرف واسعة فى القشرة، من قبل أن يمر إلى السطح. ولكن حتى الآن، لم يتوصل العلم إلى حقيقة ما يحدث الثوران البركانى .

دقات الأرض النابضة :

من التجارب المعملية التى على غرار التجربة الموضحة على الصحيفة المقابلة، ومن الأجهزة التى على شاكلة مقياس إجهاد الإرض للدكتور هوجو بنيوف بمهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (إلى أعلى)، تجمع العلوم معلومات متزايدة عن الزلازل، وتكشف بعض أسرار تمدد وتقلص القشرة الأرضية بطريقة مستمرة غير واضحة تماما. فالقمر مثلا، يولد المد والجزر على الأرض الصلبة، كما يفعل فى المحيطات تماما، مرتين فى اليوم، ومع كل مد وجزر قد تصعد وتهبط أى نقطة على الأرض عدة سنتيمترات .

وكذلك تستمر الأرض فى الإهتزاز بعد حدوث الزلازل العنيفة عدة أيام، بذبذبات كأنها ناقوس قد دق . وتلك الذبذبات منخفضة جدا بحيث يتعذر سماعها، وتكون «النغمة» الواحدة ٢٠ جوابا تحت C الوسطى، ولكنها مع ذلك شديدة .

وثمة من يقول أنها تحرك لب الأرض الداخلى بصفة غير مباشرة عبر كسر من السنتيمتر. ومازال العلماء يدرسون الحركات الأخرى على طول خطوط الصدع، لأن تلك الدراسة فى رأيهم قد تساعد على التنبوء بمكان وزمان رجة الزلازل .

تتبع آثار الزلازل :

عندما يحدث الزلزال، تنتقل هزاته سريعا خلال جسم الأرض. وتلاحظ تلك الذبذبات بوساطة مسجلات الهزات الأرضية (السيسموجرافات)، التى لا تنقطع يقظتها المستمرة فوق كل أنحاء الأرض، فتسجل الهزات الأرضية على هيئة خطوط غير منتظمة التعرج على ورق حساس (فى) أسفل. وبقرائة قراءات عدة محطات، يستطيع علماء الزلازل تحديد بعد مركز الزلزال وقياس شدته .

ولقد وجد علماء الزلازل، بما لديهم من شبكة الأرصاد العالمية، أن جسم الأرض أو كتلتها التى تبدو ظاهريا ثابتة وصلبة، إنما تتحرك بلا إنقطاع. ولقد رسموا كذلك أحزمة الزلازل على الأرض، كما أكتشفوا حديثا إن الزلازل يمكن أن تحدث على أعماق سحيقة داخل الأرض .

ولو أن معظم الزلال –وأكثر الزلازل تخريبا– تنشئ على بعد عدة كيلو مترات أسفل السطح داخل القشرة الأرضية، وهناك عدد منها ينشئ على مستوى متوسط فى الستار –بين ٧٠ كيلو متر و ٣٠٠ كيلو متر أسفل اسطح– ويصل عمق بعضها ٧١٨ كيلو متر، وتحدث كل هذه الزلازل العميقة هذه فى حزامى الزلازل الرئيسيين. ويأمل علماء الزلازل فى أن

تؤدى دراسة تلك الإزاحات الأكبر عمقا ، إلى تفهم الأسباب المترتبة عليها كل الزلازل ، وأخيرا إلى فهم العلاقة القائمة بين قشرة الأرض والستار .

الموت من الأرض القاسية شديدة العنف :

إن القوى التى تسبب إلتواء قشرة الأرض مثل زمبرك ساعة التنبيه، طاقة متراكمة تنطلق فى النهاية وسط إنفجار فجائى عنيف، ويصحب الزلزال العظيم إنطلاق طاقة تفوق طاقة أعنف إنفجارات صنعها الإنسان. وقد يتسع تلف تخريب الزلازل بسبب إنهيار الجبال، وحرائق المدن، وأمواج البحر العظمى، التى يمكنها تحطيم السفن، وإتلاف آلاف الكيلو مترات الممتدة من حركة الاضطراب.

وتدخل الزلازل ضمن أكبر نكبات التاريخ، إذ تشمل قائمة أشدها فتكا، زلزال : ولاية شترى بالصين ١٥٥٦ - ٨٣٠,٠٠٠ قتيل، كلكتا بالهند عام ١٧٣٧ ٣٠٠,٠٠٠ قتيل، إقليم كانسو بالصين عام ١٩٢٠ : ١٨٠,٠٠٠ قتيل ، طوكيو باليابان عام ١٩٢٣ أكثر من ١٠٠,٠٠٠ قتيل . وكانت خسائر زلزال سان فرانسسكو المشهور عام ١٩٠٦ قليلة نسبيا إذ بلغت ٤٥٢ قتيلا. وفى المتوسط تزيد ضحايا كل زلزال منها على ١٢,٠٠٠ قتيل، وقد دمرت غوائل الزلازل ميناء أغادير البحرى بمراكش عام ١٩٦٠، كما أكتسحت ريف شمال إيران عام ١٩٦٢ .

التثقيب إلى حيث الستار :

ما إن حلت ليلة مارس ١٩٦١، حتى كانت احدى جرارات المحيط تسحب صندلا صغيرا يخوض أمواج المحيط الهادى الثقيلة، على بعد نحو

٤٢٠ كيلومتر جنوبى لوس أنجيليس. وكانت تلك السفينة هى كاس ١، وقد تم امدادها ببرج طوله ٣٢ متر ارتفع فوق سطحها، وماسورة ثقب من الصلب طولها خمسة كيلو مترات، ومقطعها ٢٠ مترا على ظهر السفينة . وعند منتصف الليل تقريبا، أجريت مناورة للسفينة إلى حيث مركز حلقة من العوامات، ووقفت هناك، بينما برجها فى إنزال حفار مرصع بالماس نحو قاع المحيط .

وكانت العملية من الإختبارات الحرجة لمشروع «ثقب موهول»، وهو مشروع عمل ثقب خلال القشرة الأرضية، للحصول على عينات من الستار، الذى لم يسبق أن رأه الإنسان. ولم يحاول أحد قط أن ينزل حفار خلال أكثر من ثلاث كيلو مترات من ماء البحر.

وكانت هناك شكوك فى أن كاس ١ يمكن أن تظل ثابتة، بدرجة تكفى لإنجاز العمل من غير أن تنثنى أو تتحطم ماسورة الثقب. ولكن لماذا الحفر فى قاع البحر ؟ السبب ن سمك القشرة يبلغ خمسة كيلو مترات فقط فى قاع المحيط، بينما قد يصل سمكها نحو ٦٥ كيلو مترا تحت أسطح القارات.

وفى خلال أسبوعين من القلق والإنتظار، عملت كاس ١ خمسة ثقوب أختبارية، وبرهنت على أن الطريقة الفنية المتبعة كانت ممكنة. وسوف يحاول علماء مشروع (موهو) الأستمرار إلى نهاية الطريق ، إلى حيث الستار فى غضون سنوات .

تشريح السموات

ما البحر الذى يغطى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية سوى ثانى أكبر الأشياء التى على الأرض. وأكبر منه إتساعا إلى مدى يفوق حدود المقارنة، محيط الغلاف الجوى، الذى يتحكم فى حياة البشر وكل الكائنات الأخرى، كما يتحكم الماء فى حياة السمك. فمن غير الأكسجين الجوي، تموت الكائنات الحية فى الحال تقريبا. ومن غير المطر، والتعرية، وتعرية الصخور (أو فعل الجو عليها)، لا تكون هناك تربة ينبت فيها الزرع. ومن غير ثانى أكسيد الكربون، لا يمكن أن تنتج النباتات مركبات الكربون، وهى حلقة الأتصال الإبتدائى من سلسلة الغذاء التى تعتمد عليها حياة الحيوان كلها.

ومن غير مظلة الارتفاعات العالية من الأوزون، الذى يمتص الأشعة الفوق البنفسجية القادمة من الشمس، والتى تستقيم معها الحياة، لأصبحت حياة البشر - إذا وجدت - مختلفة تماما.

ومع ذلك هذه فقط قائمة جزئية بالخدمات المجانية التى يقدمها الغلاف الجوى، والتى يستمتع بها بلا مقابل ستة آلاف مليون كائن بشرى ، هم فى هذه اللحظة يستنشقون هواء الشهيق من ذلك الغلاف .

والجو عبارة عن خليط غير مرئى، وربما غير ممكن أستنفاده من الهواء، وبخار الماء، والدخان، وذرات الغبار، مضافا إليه فى السنين الحديثة كميات من الجزئيات ذات النشاط الإشعاعى المنتشرة فى السماء بوساطة التفجيرات النووية. وعند مستوى سطح البحر، حيث قاع محيط الهواء، يزن المتر المكعب من هذا الخليط نحو كيلو جرام، وكتلة الغلاف الجوى بأسره

٥,٧٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ طن، أو نحو جزء من مليون جزء من كتلة الأرض.

والقوة التى بها تمسكه الجاذبية وتبقى عليه فى مكانه، تجعله يعانى ضغطا مقداره كيلو جرام واحد على السنتيمتر المربع عند مستوى سطح البحر.

ويقاوم الجسم البشرى هذا الضغط أو الثقل، عن طريق بذل ضغط يساويه، ويتجه إلى الخارج لكى يوازن الضغط الجوى ويعادله، تماما كما يفعل السمك لكى يعيش تحت ضغوط أكبر بكثير فى أعماق المحيط. فسريعا ما تتناقص كثافة الهواء بازدياد الارتفاع، حتى تتلاشى فى الفضاء الحقيقى الذى بين الكواكب، ولكنه يبقى محسوسا بالقدر الذى يكفى لحمل الطائرات والبالونات نحو ٢٠ كيلو مترا .

وإنه حين أن أستطاع الإنسان وأجهزته ترك الأرض ليزيد من معلوماته، كان كل شئ خارج نطاق قشرة كوكبنا الرقيقة، المكونة من الهواء العادى الذى نتنفسه، يسمى ببساطة «الأثير». ومن أجل الحاجة إلى تسمية أكثر دقة، فى السنين الحديثة، كان من اللازم أن تخضع الآراء العلمية الخاصة بالغلاف الجوى لمراجعات سريعة ومتكررة .

وفى أتجاه تعقيد أكثر على الدوام. ومن بين الطرق المعاصرة لتقسيم وتصنيف السماء، أن نعمد إلى تقسيمها إلى خمس مناطق فى أتجاه البعد عن سطح الأرض هى : التروبوسفير ، والاستراتوسفير ، والميزوسفير ، والأيونوسفير ، والأكسوسفير . ويتركز ثلاث أرباع القدر الكلى من الغلاف الجوى فى الطبقة السفلى من التروبوسفير، كما تحدث فيها وحدها

الشبورة الترابية، والغبار، وتثار السحب والعواصف، وتعيش فيها كل الأحياء. وحدها الأعلى هو التروبوبوز، الذى تعينه تبادلات الهواء الساخن والبارد، على أرتفاعات تبلغ من الأنخفاض حدود ٨ كيلو مترات على الطبقتين، كما تبلغ من العلو أكثر من ١٦ كيلو مترا عند خط الأستواء.

وفى داخل منطقة التروبوسفير، تهبط درجة حرارة الهواء كذاك مع الأرتفا ع بمقدار ٦,٥ درجة سنتيجراد (لكل ألف متر فى المتوسط). ونظرا لأن التروبوبوز قل أرتفاعا عند القطبين، أن درجة حرارته هناك تهبط فقط إلى حدود نحو ٥٠ درجة ستنيجراد تحت الصفر.

ولكن فوق خط الأستواء تهبط إلى ٧٣ درجة سنتيجراد تحت الصفر. وفى كل مكان داخل التروبوسفر يعتبر الهواء ، سواء كان ساخنا أو باردا، جافا أو رطبا، سميكا أو رقيقا - مخلوطا ثابتا مكونا من : ٧٨ ٪ أزوت، و٢١ ٪ أوكسجين ، ٠,٩ ٪ أرجون ، ٠,٠٣ ٪ ثانى كسيد الكربون ، مع آثار ضئيلة لستة غازات أخرى، بالإضافة إلى ما يحمله الهواء من قدر متغير من بخار الماء .

وعندما نبدأ من منطقة الأستراتوسفر الباردة، وهى طبقة ممتدة من ١٥ ألى ٢٥ كيلو مترا إلى أعلى، ومن الميزوسفير الأكثر دفئا (١٠ درجة سنتيجراد) ، التى ترتفع إلى مستوى ٨٠ كيلو مترا، تحدث تغيرات كيميائية جوهرية فى الهواء . ففى الطبقة الأولى منها، يضاف غاز الأوزون إلى المخلوط الذى يكون الهواء.

وهذا هو نفس الغاز الذى يمكن تمييزه بسهولة بوساطة الشم عندما يتكون، ويلاحظ بوفرة من حول المولدات الكهربائية والأضواء فوق

البنفسجية، وهو عبارة عن «أوكسجين ثقيل»، كل جزيء منه يحتوى على ثلاث ذرات أوكسجين.

وهو يتكون عندما يمر تفريغ كهربائي، أو تمر أشعة فوق بنفسجية قوية خلال الأوكسجين العادى. وفى جو الأرض العلوى ، يمتص الأوزون كثيرا من الأشعة الفوق البنفسجية التى تتدفق نحو الأرض مقبلة من الشمس .

وفى كل ثانية تمر، يقبل تراليون جسيم أولى من الأشعة الكونية من على بعد كبير من خارج المجموعة الشمسية، ويعبرها ليصل إلى جو الأرض، محملا بقوة كلية تربو على ألف مليون وات. وعندما تتصادم مع مكونات جو الأرض من ذرات وجزيئات، يحدث ذلك التصادم رخات بين الجسيمات الثانوية .

وهذه (الثانويات) هى التى تستمر فى سيرها هابطة إلى سطح الأرض. وخلال كل ست دقائق، يرتطم بكل سنتيمتر مربع من سطح الأرض، ثمانية من هذه الجسيمات الأولية.

وعلى ذلك فإن جزءًا منها ترتطم بجسم الإنسان فى كل ساعة . ولهذه الجسيمات قوة إختراق عظيمة، ولا مفر من التعرض المستمر للقذف بها، ولكن شكرا لله الذى جعل الجو يحمينا، ويقف كسد حاجز حتى لا يعود علينا بالضرر، بل ولا يحس الأحياء بسلطانه. ولو كانت تلك الجسيمات أشعة كونية أولية، لنجمت عنها آثار قاتلة فتاكة .

وعندما نبدأ من على أرتفاع ٨٠ كيلو مترا ، وننتهى إلى علو يمتد من

نحو ٥٥٠ ألى ١٠٠٠ كيلو متر فى الجو، حيث تحدث تغيرات أساسية فى الهواء ، نجد أن الأشعة السينية، بالإضافة إلى الأشعة فوق البنفسجية المقبلة من الشمس، تعمل على تأين الغاز المخلخل، وتولد ذرات وجزيئات مشحونة بالكهرباء (بدلا من الذرات والجزيئات المتعادلة).

بالإضافة إلى الكهارب الحرة الطليقة. وفى هذه المنطقة فى الأصل طبقة من الأوكسجين، وترتفع درجة الحرارة إلى حدود ١١٠٠ درجة سنتيجراد. إلا أن الهواء يبلغ أكبر قدر من الرقة وقلة الكثافة -طبقة الأيونوسفير بأسرها.

رغم ضخامتها، تحتوى فقط على ٠,٠٠١ فى المائة من حيث الوزن من الغلاف الجوى- حتى أن درجة الحرارة هنا لها مغزى، ومعنى صغير، من حيث التأثير هلى الأجسام، وذلك نظرا لأنه لا يستطيع أى جسم ساكن داخل هذه الطبقة أن يمتص قدرا كبيرا من الحرارة من الغاز المخلخل .

ومنذ العديد من عشرات السنين، عرف الإنسان رد طبقة الأيونوسفير للأمواج الراديوية، وبهذه الوسيلة أمكن إنجاز الإذاعات بعيدة المدى، وكذلك عرف الخدمات التى تقدمها الطبقات الكثيفة الدنيا، تلك التى تحول إلى رماد كل ملايين الشهب تقريبا التى تمطر سماء الأرض يوميا متثاقلة إلى الأرض.

وظل الأمر هكذا حتى بدأ الإنسان غزو ذلك الحاجز ودراسته، باستخدام الصواريخ أثناء وبعد السنة العالمية لطبيعيات الأرض، فاستطاع جمع معلومات حقيقية عن الأكسوسفير، وهى الطبقة المعروفة باسم الماجنيتوسفير، واعتبرت بمثابة المصيدة الجبارة التى تحتبس جسيمات

تحت الذرة المقبلة من الشمس . وفى نفس الوقت تقريبا ، تمخضت عمليات سبر غور الفضاء البعيد عن معرفة بعض الأشياء عن تركيب الأكسوسفير. هناك طبقة سمكها ١٥٠٠ كيلو متر من غاز الهيليوم المتفوق والمنتشر فى خفة ورقة، تحيط بها طبقة من الأيدروجين تمتد إلى ما بعد ٦٥٠٠ كيلو متر أخرى، قبل أن تتضائل متلاشية إلى خلو الفضاء وعمقه. وفى الأكسوسفير تكون الذرات والجزيئات بعيدة عن بعضها بعضا بعدا كبيرا، بحيث إنها قلما تتصادم ، وفى الحقيقة يفلت بعضها من الأرض إلى ما شاء الله .

و من هذه الرحلة السريعة، مبتدئين من الداخل متجهين إلى الخارج، يتضح أن الجو لا يمكن أن يكون خاملا خامدا. فعمله الكبير، من بين الكثير من الوظائف الأخرى ، أن يفيد كآلة عظمى، مستخدما الإشعاع الشمسى كمصدرا للطاقة ، بغية إطلاق تيارات الهواء التى تجرى منسابة ومولدة الدوامات من حول الأرض .

وبمعنى آخر أن غلاف الأرض الجوى هو الذى يولد الرياح ، ومن ثم الطقس. ولكى نفهم الطريقة التى تعمل بها تلك الآلة علينا أن لا ننسى أنه فى كل درجات الحرارة، تشع كافة الأجسام موجات كهرومغناطيسية من نوع أو آخر.

وحسب ترتيب أطوال الموجات ترتيبا تنازليا، تتضمن تلك الإشعاعات موجات راديوية، (طويلة وقصيرة منحدرة إلى الموجات الدقيقة المستخدمة فى الرادار)، وموجات تحت حمراء، وموجات الضوء المرئى، فالأشعة فوق البنفسجية، فأشعة أكس، أو السينية، ثم أقصر الموجات كلها أشعة جاما.

ولكل هذه الموجات نفس الصفة الطبيعية، ولكن أطوالها المتباينة تجعلها تسلك سلوكا مختلفا. فكلما كان الجسم أكثر حرارة، كلما إزدادت كمية الطاقة الكهرومغناطيسية التى يشعها، وقصرت متوسطات أطوال موجات تلك الطاقة. ودرجة حرارة سطح الشمس هى بحيث أن أكبر قدر تشعه من الطاقة يقع فى مدى أطوال موجات الضوء المرئى.

ومع ذلك، فإن التروبوسفير -حيث فى حدوده يحدث ما نسميه بالطقس- لا يتأثر مباشرة بهذه الشمعة الضوئية. وعوضا عن ذلك، فإن كل ما يهرب من الإشعاع الشمسى يعكسه فى الفضاء ثانية الغبار والسحب، أو تمتصه طبقة الأوزون، ويمر مباشرة خلال طبقات الجو السفلى، إلى أن يرتطم ويدفئ الأرض وسطح المياه .

وتتقبل الأرض هذه الأشعة الشمسية، وتقوم بدورها بقذف إشعاعات معظمها من الموجات الطويلة من الأشعة تحت الحمراء. ويعد كل من ثانى أوكسيد الكربون وبخار الماء، فى هذا الجو، من أحسن الأشياء التى تمتص تلك الأشعة.

وكنتيجة لهذا، فإنهما يتضمنان تقريبا مثل هذه الطاقة التى تشع من سطح الأرض. وبهذه الطريقة فإن التروبوسفير بجملته يغدو ساخنا، والمصدر الأساسى لهذه الحرارة هو الشمس، لأن أشعتها تدفئ سطح الأرض، وتحتفظ بأشعتها تحت الحمراء. ومهما يكن من شئ، فإن حرارة الجو الفعلية تكون من أسفل، وليس من أعلى، كوعاء موضوع على موقد.

على أن أشعة الشمس لا تدفئ كل مكان فى الأرض بطريقة منظمة، ومن ثم فإن سطحها ليس متساوى الإشعاع فى كل بقعة. وكما سبق أن

رأينا، فإن أشعة الشمس تصل إلى الأرض متعامدة تقريبا على المنطقة الأستوائية، ولكن بزاوية منفرجة قرب القطبين. ولهذا كان الهواء الأستوائى أكثر دفئا من نظيره القطبى. وإن هذا الفرق فى درجة الحرارة هو الذى يحول الغلاف الجوى إلى آلة حرارية ، تدفع بالرياح إلى مسالكها .

وإذا لم تكن الأرض تدور وتلف، لأنطلقت تلك التيارات الهوائية تسرى فى إنتظام كامل: يرتفع الهواء الساخن قرب خط الأستواء منسابا نحو القطبين، بينما يهبط الهواء البارد عند القطبين منطلقا نحو خط الأستواء ، فى دورة مستمرة تدأب على إنجاز ذلك التبادل.

ولكن دوران الأرض يغير هذا النمط البسيط فى نصفى الكرة الأرضية. فعندما نبدأ من القطبين متجهين نحو خط الأستواء، نجد أن هناك أولا سحبا أو إزاحة للهواء نحو الغرب فى طبقاته السفلى، ثم إزاحته نحو الشرق فى العروض الوسطى، وأخيرا إزاحة أخرى نحو الغرب قرب خط الأستواء. والنمط الذى يمثل سلوك الهواء فى نصف الكرة الأرضية ، هو صورة كاملة لنمط سلوكه فى النصف الآخر :

تهب الرياح الشمالية فى المناطق المدارية الشمالية –الرياح التجارية– من الشمال الشرقى، بينما تهب نفس الرياح الشرقية جنوبى خط الأستواء من الجنوب الشرقى. وأصل تسمية «الرياح التجارية» يرجع إلى عصر السفن الشراعية، عندما كانت تلك الرياح الثابتة هى أساس التجارة عبر المحيطات .

ولا تشترك الرياح الغربية، التى تهب على العروض الوسطى، مع الرياح التجارية فى أنتظامها وثبوتها. فهى، بدلا من ذلك، تنقسم إلى

دوامات كبرى عظيمة الأرتفاع، كما تمتد أفقيا عبر آلاف الكيلو مترات . ومن تحت هذه الدوامات العظمى (يوجد منها على كل نصف كرة من ٣ إلى ٦ فى أى لحظة معينة) .

دوامات أخرى عديدة أصغر، تنشط خلال ساعات قليلة أو أيام قبل أن تمضحل ليحل غيرها محلها. والدوامات الأكبر أثر مكثا وبقاء. وقد تتحرك إحداها نحو الشرق، فتظل عدة أسابيع من قبل أن تفقد معالمها وسط الحركة غير الإنسايبية العشوائية. وإن مولد ونمو هذه الرياح الدوارة هما المسئولان عن تغيرات الطقس فى عروض الأرض الوسطى .

والدوامة الأصغر، التى تتولد حول مرك ضغط جوى خفيف، تكتسب حركة دوران وتبد فى اللف ضد إتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الشمالى، ومع عقرب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى، وتسمى مثل هذه الدوامة الدوارة باسم (السيليكون) والانخفاض الجوى العرضى، ولكن ليس من الضرورى أن تعطى الرياح العاصفة نفس الاسم. وتهئ لنا هذه الدوامة، فرصة مراقبة الآلة الجوية وهى تعمل على مقياس صغير. فلماذا يلف السليكون ؟

للإجابة عن ذلك، نقول أن الهواء الذى فى مركزه يكون أخف – أقل ضغطا – بينما الهواء المحيط بالدوامة هواء أثقل – أعلى ضغطا – وعلى ذلك ينطلق الهواء الأثقل إلى الداخل، نحو المركز، ويسبب دوران الأرض إنحراف هذه الحركة المتولدة إلى الداخل .

وعندما ندرس الحالة العكسية، التى تتولد فيها الدوامة من حول كتلة هوائية عميقة وعظيمة الكثافة، وضغطها أعلى من الهواء الذى يحيط بها،

يسرى الهواء مندفعا إلى الخارج بعيدا عن مركزها، ويكون اللف فى الأتجاه المضاد تماما لأتجاه اللف فى الحالة الأولى، وتعرف هذه الدوامة باسم (الأنتيسيكلون)، أو منطقة الارتفاع الجوى .

وتعتبر دوامات الهواء العظمى أكبر العلامات وأهمها على خرائط الطقس. وكثيرا ما تكتسح الولايات المتحدة فى الشتاء ارتفاعات جوية مقبلة من كندا، تتميز بعظم الجفاف والبرودة، وعندما تحل مثل هذه الكتلة الهوائية فوق منطقة ما، يصبح الطقس تبعا لها باردا والسماء صافية، مع أحتمال إثارة بعض السحب الركامية بعد الظهر، بسبب تسخين الأرض بوساطة الشمس. وفى الصيف كثيرا ما تسود الانخفاضات الجوية العرضية الرطبة المقبلة من خليج المكسيك ، وتتحكم فى جو شرق الولايات المتحدة ، فتعطى أياما ساخنة رطبة ، هواءها ساكن .

والخط الذى يفصل بين كتلتين من الهواء تختلف درجة حرارتهما ، يسمى (الجبهة). وتمثل الجبهة الباردة الهواء البارد، الذى يحل محل الهواء الساخن نسبيا . وتتحرك الجبهة الساخنة بحيث يحل الهواء الساخن محل البارد. ويبرد الهواء الساخن الموجود على إمتداد أى جبهة منهما نتيجة الأرتفاع، مكونا السحب ومسببا هطول المطر.

وسترى هذه الظاهرة بأجلى معانيها على الجبهة الباردة ، التى تعطى عواصف أكبر عنفا. ومن أهم الحادثات الجوية الملفتة للنظر، اقتراب ومرور جبهة من الجبهات . وعلامة أقتراب الجبهة الساخنة ظهور سحب السمحاق (ذيول المهر) فى أعالى السماء .

وتمثل تلك السحب الأبخرة المتكاثفة عند الأطراف المتقدمة للهواء الساخن المقبل، الذى ينساب فوق الهواء البارد العائد. وسريعا ما تغطى السماء طبقة رقيقة من السمحاق الطبقى لبنية اللون. وما أن تمضى عدة ساعات، حتى تظهر سحب رمادية اللون منذرة بالسوء من النوع الطبقى متوسط الأرتفاع، يعقبها المزن الطبقى السميك، المنخفض المعتم، الذى يظلم السماء، ويبد هطول المطر.

وأخيرا يحل الهواء الساخن كلية محل الهواء البارد، من أعلى إلى أسفل، ومن ثم تثبت درجة الحرارة ، ويتوقف هطول المطر، ويكاد يثبت الطقس، أو يظل على وتيرة واحدة إلى حين وصول الجبهة التى يليها .

وعندما تصل الجبهة الباردة، يكون تتابع الحوادث أسرع أكثر وضوحا. فالهواء البارد المقبل يكون أثقل من أن ينساب فوق الهواء الساخن آثناء إنطلاقه، وبدلا من ذلك يتدفق من تحته. ويتكاثف الهواء الساخن الرطب نتيجة رفعه إلى أعلى بوساطة كتلة الهواء البارد المتقدمة، مكونا صفا رأسيا عظيما من سحاب المزن الركامى. وتظهر الجبهة الباردة عندما تكون واضحة المعالم على هيئة خط الهبوب .

وتكون صورة مميزة له السحب الداكنة المثارة على خط مستقيم كالمسطرة من الأفق إلى الأفق، وهى تتقدم مكتسحة السماء من الغرب أو الشمال الغربى، وما أن تدخل أو تحل، حتى تعانى الرياح تغيرا سريعا من الجنوب الغربى إلى الشمال الغربى، وتهبط درجة الحرارة، ويبدأ هطول وابل من المطر، تسبقه نفحات رياح شديدة غير منتظمة .

وقد تحدث عاصفة رعد شديدة، فتضيف الصوت والضوء إلى تتابعات درجة الحرارة. وبعد مضى نصف ساعة أو نحو ذلك، يكون خط الهبوب قد قارب الأختفاء بعيدا عن النظر نحو الشرق ، بينما تظهر سماء صافية فى الغرب، وتهب الرياح الشمالية الغربية بإنتظام أكبر، كما تصبح جافة باردة، ويسود طقس يتميز بصفاء السماء . وبطبيعة الحال لا تجلب كل الجبهات الباردة معها مثل هذه الظواهر الجوية، لكن هذا النمط يألفه سكان القرون الوسطى .

وأحيانا يكون الجو المضطرب غير المستقر الذى فى جوار خط الهبوب ، دوامة من الهواء سريع الدوران. وتظهر الدوامة على هيئة سحابة كالقمع الضيق الذى يمتد إلى الأرض، ولكن أبسط ما فيه أنه يحتوى على رياح تبلغ سرعتها مئات الكيلو مترات فى الساعة . وتسمى الدوامة التى من هذا النوع باسم (التورنادو) على الأرض، ونافورة الماء فوق المحيط .

ونحن لا نعرف إلا القليل جدا عن الحالات التى تسود داخل الرياح الدوارة، نظرا لأن أى جهاز قد يوجد فى مسارها يصيبه التلف والتدمير على الدوام.

ولقد عاش قليل من الناس ممن شاهدوا عيانا مثل هذه الرياح الدوارة، وتحدثوا إلينا فى شأنها. وأحد هؤلاء هو ويل كيلر، فلاح من ولاية كانساس، الذى تجرأ على أن يخرج من مخبأه الخاص بالأعاصير، عندما أجتاح المنطقة تورنادو عام ١٩٢٨ ، فوجد من فوقه الدوامة المفرغة التى بلغ عرضها ٢٠ مترا إلى ٤٠ مترا.

بينما أضاءت جدرانها رازات البرق المتعرج. وكانت هناك دوامات صغيرة تتكون داخل الدوامة الرئيسية، وترسل أزيزا صاخبا كلما أنفصلت عن الدوامة الرئيسية. وفى عام ١٩٥٥، اعترضت طريق أحد سائقى السيارات سحابة تراب سميكة، وهو فى طريقه بالقرب من سكوتسبلف بولاية نبراسكا. وعندما تأكد من أنها لم تكن سحابة تراب عادية، أوقف عربته .

وبعد ذلك ورد فى تقرير بمجلة (منثلى وذر رفيو)، التى ينشرها مكتب الأرصاد الجوية، ما نصه : «حدث دوى وهدير، وتحطم الزجاج، عندما طاحت الأقدام والنوافذ ... وقد جذب رأس زوجته فى حجره، وانثنى من فوقها لكى يحمى وجهيهما. ومرت لحظة من السكون النسبي، فرفع رأسه لينظر من زجاج النافذة المحطم، فرأى ألواحا كبيرة، فروعا من الشجر، وصخرة سائبة فى مثل حجم رأس الرجل، كلها تطفو من حول العربة ...

وحدث أرتطام بالأرض، وهذا كل ما وعاه وتذكره عندما أفاق من إغمائه فى احدى المستشفيات. وفى واقع الأمر، قذف الإعصار بالأثنين معا بعيدا عن العربة ... ويلوح بأن الزوجة ماتت فى الحال. وطويت العربة، وتحولت إلى كتلة من المعدن عديمة الشكل» .

وفى العادة يبلغ عرض التورنادو بضعة مئات الأمتار، وهى تنتقل متحركة بسرعة ربما تكون ٤٠ كيلو متر فى الساعة، خلال مسافة تتراوح ما بين ربع الكيلو متر إلى ١٥٠ كيلو متراً أو أكثر من قبل أن تتلاشى .

وربما كانت مناطق الولايات المتحدة الوسطى هى أكثر أجزء العالم

تعرضا للتورنادو، فهناك تتكون تلك الأعاصير بسرعة عظيمة، من غير أن يتوقعها أحد، لدرجة أن الحماية منها تتوقف أساسا على النزول إلى مخابىء قوية ضد الإعصار، كلما ظهرت عاصفة رعد .

وفى العادة تكون نافورات المياه أكثر اعتدالا من التورنادو، رغم أنها تسطيع أيضا احداث تدميرات عنيفة. ويحتوى الجزء الأسفل من نافورة الماء على بعض المياه المالحة المسحوبة إلى أعلى من البحر الذى من تحتها، إلا أن معظمها مكون من الماء العذب، الذى يتم تكاثفه من السحب التى تكون بناءها الأساسى .

وهناك بقاع عديدة تشاهد فيها رياح محلية متنوعة وغريبة، تكاد لا تتصل بدورة الرياح العامة على الأرض. ومن الأمثلة البسيطة على ذلك، نسيم البر والبحر المألوف على السواحل. والسر فى وجود هذه الرياح هو حقيقة أن درجة حرارة سطح المحيط تظل ثابتة تقريبا ، بينما درجة حرارة سطح الأرض قد تخضع لذبذبات واسعة.

وفى اليوم الحار يصبح الشاطىء ساخناً ، بحيث يرتفع الهواء الذى من فوقه، بينما الهواء الأبرد والأكبر كثافة الذى فوق الماء -نسيم البحر- يهب ليحل محله. أما زثناء الليل، فإن الساحل يبرد سريعا، وتنعكس دورة الهواء. فالهواء الذى على الأرض يكون آنئذ أكثر كثافة، فيهب نسيم الأرض إلى البحر.

وأكبر أفراد أسرة نسيم البر والبحر، تلك الرياح التى نسميها الرياح الموسمية فى أسيا، وهى تخضع للتباين فى درجات الحرارة بين الأرض والبحر فى الصيف وفى الشتاء، بدلا من أثناء النهار وأثناء الليل. ففى

الشتاء تكون الهضبة الأسيوية عظيمة البرودة ، بحيث يصير الهواء السائد فوقها أكبر كثافة بدرجة كبيرة من الهواء السائد على بحر الصين والمحيط الهندى إلى شرقه وجنوبه .

وعلى ذلك تهب رياح منتظمة جافة باردة من اليابس إلى الماء على طول الساحل من أكتوبر إلى إبريل، ويجرفها دوران الأرض لتصبح رياحا شمالية شرقية فى بحر الصين، والجزء الشمالى من المحيط الهندى .

أما فى الصيف، فإن أسيا تسخنها أشعة الشمس فيرتفع الهواء الذى عليها، بينما ينطلق نحوها الهواء الأبرد من المحيط. وتجلب معها الرياح الموسمية الصيفية هواء التقط الوفير من بخار الماء أثناء مروره على البحر، وما أن يدخل جنوب شرق أسيا، حتى يصيبها بوابل من الأمطار التى تهطل فوق مساحات واسعة .

والمناخ الموسمى من هذا النوع، لا يكون فيه الطقس إلا من نوعين : الطقس الرطب فى الصيف، والجاف فى الشتاء، وهذا يختلف تماما عن تتابع التقلبات الجوية، فى مناطق العروض الوسطى.

وهناك رياح محلية أخرى، تتحكم فيها طبيعة السطح ودرجة الحرارة. فقد يحدث أن يراق الهواء البارد الجاف على سلسلة جبلية فجأة، بعد تجمعه على جانب هبوب الرياح من السلسلة لفترة من الزمن، فيتدفق هابطا من الوديان المتاخمة بقوة عظيمة. ورياح المسترال تتكون من هواء بارد مصدره ثلاجة الرون، تتدفق منسابة أسفل وادى الرون إلى البحر معظم العام.

بينما رياح البورا فى الأدرياتيكى تتبع مصدرا مشابها فى جبال يوغسلافيا. وجغرافية البحر المتوسط، الذى تحف به الجبال العالية فى الشمال، والصحراء الساخنة فى الجنوب، هى المسئولة عن هبوب عدد من الرياح المحلية الملحوظة. فأحيانا تهب رياح ساخنة من الصحارى هى السيروكو، وتتجه شمالا عبر البحر المتوسط، فتسبب تراكم مقادير من بخار الماء كافية لجلب المطر إلى صقلية وساحل إيطاليا .

ولأولئك الذين يعيشون على سواحل محيطات العالم عذرهم الوجيه فى الخوف من دخول الخريف، عندما يبدأ احتمال الأعاصير الأستوائية على البحر، ثم تكتمل نموها أثناء مرورها فى حوزة الرياح التجارية، وتسبب التلف والدمار عندما تكتسح الأرض وما عليها .

وفى أغلب الأحيان يكون هدف الأعاصير الأستوائية هو الشواطئ الغربية لشمال الأطلنتى، وشمال وجنوب الهادى والمحيط الهندي، ولكنها غير معروفة فقط فى جنوب الأطلنتى والجانب الشرقى من جنوب الهادى .

وهذه الأعاصير الأستوائية الجبارة نادرة إلى حد كبير (يتكون منها فقط ٤٨ فى المتوسط طول العام على العالم كله)، ولكن قوتها العظمى تجعلها فى قائمة وحدها، مع الزلازل، بوصفها أكبر ظواهر الطبيعة تدميرا .

وعندما يولد إعصار كالتيفون والهاريكين، يبدأ على هيئة منطقة من الضغط الجوى المنخفض فوق محيط مداريي. ويسرى الهواء الساخن المحمل ببخار الماء منساباً نحو هذه المنطقة، ثم يروح مرتفعا فى داخلها. ويتكاثف بخار الماء الموجود فى عمود الهواء الساخن الصاعد مكوناً السحب والمطر ، كما يطلق قدرا عظيما من الحرارة بهذه الطريقة . وتعمل

هذه الحرارة بدورها، على تعجيل إنسياب أو تدفق الهواء إلى أعلى. وربما تصل مقادير المياه التى يستخلصها الهاريكين فى كل ثانية من المحيط والهواء المتجمع داخلها بنحو ربع مليون طن.

وتطلق عمليات تكاثف هذه المقادير فى اليوم الواحد طاقة تعادل الطاقة المنبثقة من تفجير ١٣٠٠٠ ميجا طن قنبلة نووية. فكلما إزدادت سرعة الهواء المسخن بهذه الطريقة، يتجمع هواء آخر جديد على مركز الإعصار بسرعة متزايدة على الدوام.

وبهذه الكيفية، يمكن توليد رياح تبلغ سرعتها من الكبر حدود ٣٥٠ كيلو مترا فى الساعة. ويعمل دوران الأرض إلى تحويل الرياح المنسابة نحو مركز الإعصار إلى اليمين فى نصف الكرة الشمالى، وإلى الجنوب فى النصف الجنوبى، ويؤدى ذلك إلى اللف والدوران ضد عقرب الساعة ومع عقرب الساعة.

وتوجد فى مركز الهاريكين مساحة يغطيها الهواء الساكن عرضها عدة كيلو مترات، تسمى عين «الإعصار». وتحيط بعين الإعصار حلقة من السحب السميكة تنهمر منها أمطار غزيرة جداً، وفى هذه الحلقة تكون سرعة الرياح على أكبر قدر مزعج يمكن الوصول إليه. وقد يحدث أن تتغير سرعة الرياح بمقدار ١٥٠ كيلو متر فى الساعة أو أكثر، عبر مسافة طولها كيلو متر واحد داخل الحلقة .

وإن جلجلة الهاريكين ذاتها هى كابوس ريح صرصر تصنع الأعاجيب، مع وابل المطر الذى ينهمر بلا هوادة ، والظلام الذى يخيم مع السحب السميكة عندما تغطى السماء، وإذا ما مررت (العين) فوق

الرؤوس، تضائل الشغب والأضطرابات ثم يقف فجأة، وتهبط سرعة الرياح إلى النسيم، ويقف هطول المطر، كما تظهر أجزاء من السماء الزرقاء وسط السحب الخفيفة المتناثرة. ولكن تصبح النفحات الهوائية قصيرة المدى، وسرعان ما يحل مرة أخرى جسم العاصفة الكامل، وقد أقبلت الرياح من الإتجاه المضاد، ويتميز إبتعاد الهاريكين بتتابع من ألوان الطقس، على عكس ما يحدث عند أقترابها .

والذى يحافظ على نشاط مثل هذا الإعصار هو الحرارة وبخار الماء، اللذان يمتصهما من سطح الأرض، ولذلك نجده يضعف، بل ويختفى عندما يجرد من مصدر الطاقة هذا. وقلما تستمر الهاريكين فى سيرها عبر مسافات كبيرة على اليابسة، وإذا ما تركت اليابسة نهائيا بأن أتجهت نحو القطب، فسرعان ما يعمل الماء البارد، الذى يقع عليه مسارها، على التقليل والحد من عنفها .

وفى خلال عام واحد ترفع الآلة الجوية، باستخدام الأجهزة القوية مثل التيفون، والموسميات، والأجهزة المسالمة التى على غرار أشعة الشمس، نحو ٤٠٠,٠٠٠ كيلو متر مكعب من الماء، وتضيفها إلى الهواء من البحار والقارات. وكل ما يصعد فى عملية البخر الضخمة هذه، يجب أن يعود فى النهاية، ويتساقط معظمه على هيئة مطر.

ولكى يتساقط المطر، والثلج، والجليد المتميع، أو البرد، يجب أن تثار السحب. وحتى الهواء الذى فى حالة فوق التشبع ببخار الماء، لا يمكنه عادة أن يولد السحب، مالم تتوفر فيه ملايين الملايين من «نوى التكاثف».

وقد تكون نواة التكاثف عبارة عن جسيمات ملح الطعام الذى يذروه رزاز البحر، أو الغبار الدقيق، أو جسيمات الدخان المتصاعد من حرائق الغازات والوحدات الصناعية، أو من نتاج أحتراق البراكين، أو حتى الأكاسيد التى تجتذب الماء، أو ما ينتج من مركبات الآزوت فى أعقاب البرق.

ولقد قدر بالحساب أن أن ثوران كاراكاتو عام ١٨٨٣ ملأ الجو بنوى تكاثف تكفى لأمداد ١٠٠٠ يوم مطير على الأرض بأسرها .

وجزيئات بخار الماء التى تنضم إلى نواه من نوى التكاثف إنما تكون نقط ماء السحب (أو بللورات الثلج إذا كانت درجة حرارة الهواء تحت نقطة التجمد بكثير). ولا تسطيع هذه السقوط على هيئة مطر، وإنما تضم فقط جزءاً من مليون جزء من الماء الذى تتضمنه نقطة المطر العادية. فإذا كان الهواء ساكنا تماما، تستغق ثمانى ساعات لتهبط مسافة ثلث كيلو متر .

وعندما يكون الهواء متحركا، يصعب أن تؤثر عليه الجاذبية. والذى يجعل هطول المطر ممكنا هو نمو تلك المكونات، لتصل إلى حجوم أكبر بكثير عن طريق ما يعرف باسم (الالتحام). ففى الهواء المتحرك حركة غير إنسيابية أو دوامية، تتصادم النقط الأكبر مع النقط الأصغر، ومن ثم يتم (تجمعها). وفى الهواء البارد تتبخر النقط، ثم تتكاثف بعد ذلك على بللورات الثلج العادية .

ولا يمكن أن تسقط نقط المطر من السحب، إلا عندما ينمو قطر النقطة منها ليصل على الأقل حدود ٠,٢ سنتيمتر.

ومع ذلك فقد لا تصل الأرض على الإطلاق، وكثيرا ما ينهمر سيل من سحب عالية فوق الصحارى ، ولكن ليتبخر ذلك السيل بأكمله وهو فى طريقه إلى الأرض. ونقط المطر التى تصل الأرض على هيئة رشاش دقيق الحجم تسمى «رذاذ» ، إنما تتساقط من سحب منخفضة نسبيا، بحيث لا يتوفر لها الوقت اللازم للتصادم مع نقط أخرى أثناء تساقطها . ونقط المطر التى تصل فى حالة الهطول الغزير أو المطر الوفير، إنما تجيىء من سحب عميقة، فيها يتم التصادم بين النقطة المتكونة و (إمساك) النقط الكبيرة للصغيرة، بسرعة ونشاط تامين.

ويتطلب تبريد الثلج تبريد السحابة عدة درجات تحت ١٨ درجة سنتيجراد تحت الصفر. عندئذ تكون نقط ماء السحابة فوق مبردة ، وتروح متجمدة إلى بللورات من الثلج . ونظرا لأن تلك البللورات تغطيها طبقات رقيقة من الماء السائل، فإنها تتجمع عندما تتصادم لتصبح على هيئة صفائح الثلج. وعندما تكون درجات الحرارة عظيمة الإنخفاض، تكون البللورات أكثر جفافا ، فتروح متساقطة على هيئة ثلج حبيبى.

والمطر الذى يبدو فى هواء ساخن، ويتساقط خلال طبقة باردة ، لا يتحول إلى ثلج، ولكن إلى نتف الثلج المعتمة المعروفة باسم الجليد المتميع . ونقط المطر المتجمدة المقبلة من سحب عالية، والمتحركة خلال عاصفة رعد، تدفعها تيارات الهواء العنيفة الصاعدة، فتكون طبقات متراكمة فوق بعضها ومتحدة المركز من الثلج والجليد. وأخيرا تهوى إلى الأرض على هيئة البرد فى حجم الحمصة، أو فى حجم كرة الجولف . ويتوقف ذلك كله على ما عانته حبات البرد من ألوان التقلبات ، وظروف الصعود والهبوط فى أعلى.

درع الهواء :

يغلف جو الأرض، الذى لا نلمسه ولا نراه، كوكبنا كأنما هو غطاء أو درع واق. فهو يدرأ عنا غوائل أشعة الشمس المهلكة، ومعظم قذائف الأشعة الكونية القادمة من الفضاء. كما يحيل أغلب الشهب إلى رماد، من قبل أن تصل سطح الأرض. وهو إلى جانب ذلك، يحتفظ بالدفء الذى تمنحه لنا الشمس.

ظاهرة البرق :

محيط الهواء، مثل محيط الماء، يتحرك بصفة مستمرة، وكل الضوء المقبل من الفضاء إلى الأرض، تؤثر عليه تموجات الهواء بشئ من الإعتام. وحتى الآن، لم يستطع الفلكيون التغلب على ظاهرة إعتام الجو للضوء، عند نفاذه خلال الغلاف الهوائى. وإلى أن تشيد المناظير الفلكية المكبرة خارج نطاق الغلاف الجوى ، فى الفضاء أو على القمر، يقتصر ما يراه الإنسان فى السماء على صور كالسراب.

فمثلا عندما نبصر الشمس ساعة الشروق وساعة الغروب، خلال الجو المتموج، كثيرا ما نراها منقوشة كالسحاب، ومسطوحة، وربما تبدو منقسمة إلى أجزاء أفقية. وتتغير ألوان الشمس من بياض الظهر الذى يخطف الأبصار، إلى الأحمر الخافت أو البنفسجى، الذى يلون الأفق ويصبغه.

وقد يحدث أحيانا أن يصحب غروب الشمس بريق أحمر من تحتها، وأخضر فى أعلاها، كأنما هو الضوء الخاطف، المنبعث من ملايين

الشموع. والسبب فى أنبثاق تلك الأضواء، هو حالات جوية خاصة، عندما تقترب الشمس من الأفق .

والصور الرائعة التى نراها، والتى تم التقاطها بمرصد الفاتيكان بقلعة (جاندولفو) بإيطاليا، تثبت أن سراب البريق ليس موجودا فى أعين المشاهد والناظر كما ظن بعض العلماء، ولكن نتيجة الطريقة التى يؤثر بها الجو على الضوء.

وفى واقع الأمر، يتكون ضوء الشمس الأبيض الفضى من خليط من كل ألوان قوس قزح. والذى يحدث أن أشعة الضوء الخضراء، تكون أكثر تأثراً وحيوداً من الحمراء، عندما تنتقل خلال الهواء، وهذه الأخيرة لا تحيد إلا قليلا .

وعندما تكون الشمس منخفضة نحو الأفق عند الغروب، يتحتم أن يمر ضوؤها عبر مسافة طويلة فى جو الأرض، وعندئذ تميل الأشعة الحمراء فيها إلى الإختفاء أولا خلف الأفق، بينما الأشعة الخضراء، التى تنحنى فى أثناء مرورها عبر الهواء، تبقى مرئية. وفى بعض الحالات الخاصة ، يحدث أن يظهر اللونان الأحمر والأخضر . ومن النادر أن يبقى البريق خلال عدة دقائق .

وكثيرا ما يتناثر الضوء المقبل من الأجسام المضيئة بتدخل الجو على هذا النحو، عندما تكون تلك الأجسام أصغر بكثيرمن الشمس، مثل الزهرة. فعندما تكون بالقرب من الأفق، يحدث أحيانا أن يتطور هذا الكوكب إلى صور دائمة التغير، ومتداخلة بعضها فوق البعض، وهى تظهر بجلاء ووضوح مع نمط ألوان البريق .

أشكال السحب الوديعة والثائرة:

كانت السحب دائما طلائع طقس حسن أو ردئ. وهى تتكون من بخار الماء الذى تم تبخيره من الأرض، وكون نقطا وبللورات مجهرية الحجم فى الجو. ومكونات السحب أخف من أن تهبط على هيئة مطر، فإن النقط قد تمتطى ظهر تيارات الهواء إلى ما شاء الله، من قبل أن تتكاثف من حول جسيمات الغبار، أو الأملاح، أو المواد الأخرى.

وقسمت السحب أول مرة عام ١٨٠٣، تبعا للأشكال اللاتينية لأشكالها: (سيرس) أو السمحاق للحلقية، و (كيوميولس) أو الركامية للسحب المتراكمة فوق بعضها، و (ستراتس) أو الطبقية التناثرية.

واستخدمت كلمة (نمبوس) أو مزن، لعواصف المطر فيما بعد. وعندما نحاول تقسيمها إلى تجمعات مختلفة، تصف هذه الألفاظ أنماط السحاب . فسحب السمحاق الهشة تتناثر فى السماء. على ارتفاعات تصل إلى ١٣ كيلو مترا، بينما السمحاق الطبقى يظهر كاللبن الملوث. وتتقدم المزن الركامى عواصف الرعد، وترتفع عبر مسافات شاهقة. والسحب الركامية عبارة عن نتف منقوشة، أرتفاعها من ١٥٠٠ إلى ٢٥٠٠ متر . والمزن الطبقى هو سحاب الرذاذ، بينما الطبقى الركامى هو الساعى الذى يطير منخفضا، منذرا بالمطر والثلج .

شبورة سحرية فى الهواء :

من بين أعجب الظواهر التى تحدث فى جو الأرض السفلى ، الضباب السميك المظلم، وقوس قزح اللامع. ويتكون قوس قزح عندما

تسقط أشعة الشمس على سحابة سميكة غير معتمة، مكونة من نقط الماء التى بقيت عالقة فى الهواء بعد رخة المطر. ويعمل هذا الحاجز المائى الرقيق عمل المنشور، فيفصل ويعكس طيف الألون المرئية كله، الموجودة فى أشعة الشمس.

أما الضباب، فهو نتيجة التركيز الثقيل لبخار الماء، وهو أكثر ما يتكون عندما يبرد الهواء الملاصق لسطح الأرض، أو الذى يعلوه مبشرة، وتنخفض درجة حرارته فجأة ، فيتكاثف ما يحمله من بخار الماء ، ويتحول إلى نقط صغيرة سمكها نحو ٠,١ ملليمتر .

وتحدث أكثر أنواع الضباب بقاء، عندما (تنقلب) درجات حرارة الهواء، أى عندما تعلو فوق طبقة الهواء السطحى البارد ، طبقة من الهواء الساخن، ولا تستطيع الابتعاد. فعندما تتوفر هذه الحالة فوق منطقة مزدحمة بالسكان – تنتج الوفير من الدخان، وغيره من الأبخرة – يتكون ضباب المدن الكثيف .

أصابع سريعة الأنقضاض من السماء :

قبل وأثناء كل عواصف الرعد تقريبا، البالغ عددها ٤٤٠٠٠ عاصفة على الأرض كل يوم ، تومض خلال الهواء أصابع ، يعقبها فى العادة هدير الرعد. وهذا هو صفوة غضب السماوات – كما نسمعه ونراه – مم جعل الإنسان يخشى آلهة الصوعق القديمة كما كان يعتقد .

ولا يزال البرق شيئا عنيفا مخيفا . وقد ينقض فى صفائح عظمى، أو كور، وفى ومضات ملتفة متعرجة. وينتج هدير الرعد المرافق للبرق بوساطة

تضاغط الهواء الفجائى الذى تم تسخينه بإنبعاث شرارة التفريغ الكهربائى. ويصنع الرعد بعد أن يومض البرق، نظرا لأن الضوء ينطلق بسرعة أكبر من الصوت.

وسبب الشرارت هو تفجر الكهربائية الجوية، التى قد تنقض بين السحب المختلفة أو بين السماء والأرض، كلما توفر الضغط الكهربائى الكافى بين الشحنات المتضادة. والمنشآت المقامة فوق الأرض، تجذب الصواعق التى تريد أن تنقض إلى السطح.

ولكى يمكن تجنب الحرائق، تثبت قضبان البرق فوق المبانى العالية ، حتى «تلاطف» الصواعق وتوصل شحناتها الكهربائية -التى تبلغ ١٠٠ مليون فولت- إلى ألواح من المعدن مدفونة فى باطن الأرض.

ويصل عدد الذين يموتون من البرق فى الولايات المتحدة كل عام نحو ١٥٠ شخص. ولكن لا يخلو البرق من فوائد، فهو يجلب الآزوت من الهواء إلى الأرض بتحويله إلى أوكسيد، يتساقط مع المطر ليسمد التربة، ويكسبها الخصب.



الفهرس

تابع الفهرس